

Maskinell rövning-

Ett konkurrenskraftigt alternativ till skogsarbetare?

Matias Storm

Examensarbete för skogsbruksingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för naturbruk och miljö

Raseborg 2017



EXAMENSARBETE

Författare: Matias Storm

Utbildning och ort: Naturbruk och miljö, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Skogsbruk

Handledare: Britt-Mari Fagerström

Titel: Maskinell rökning - Ett konkurrenskraftigt alternativ till skogsarbetare?

Datum 19.4.2017

Sidantal 40

Bilagor 1

Abstrakt

I detta examensarbete undersöker jag skillnaderna i resultat och kvalitet mellan maskinell rökning och manuell rökning. Jag gör också en kostnadsjämförelse mellan de båda metoderna. Syftet är att utreda om maskinella rökningen är ett konkurrenskraftigt alternativ till traditionell rökning med röjsåg.

I teorin presenterar jag rökningssrekommendationerna, olika typer av maskiner utvecklade för rökning, vilka skaderisker det finns vid rökning och hur man kan undvika dem, samt vilka faktorer som inverkar på kostnaderna för rökning.

Arbetet har utförts i samarbete med skogsvårdsföreningen Österbotten. Jag har gjort fältinventeringar på 10 maskinellt röjda ytor och 10 manuellt röjda ytor. Inventeringarna utfördes under sommaren 2016. De inventerade ytorna befinner sig i kommunerna Malax och Korsholm.

Resultatet från mina fältinventeringar visar att maskinell rökning är ett konkurrenskraftigt alternativ på rätt valda objekt. Maskinell rökning är billigare än rökning med röjsåg på objekt där beståndet som ska röjas är tätt och stammarna är grova. På objekt med litet rökningssbehov är däremot rökning med röjsåg ännu i dagens läge ett förmånligare alternativ.

Språk: Svenska

Nyckelord: Plantskog, rökning

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Matias Storm

Koulutus ja paikkakunta: Luonnonvara ja ympäristö, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Metsätalous

Ohjaaja(t): Britt-Mari Fagerström

Nimike: Koneellinen raivaus - Kilpailukykyinen vaihtoehto metsurille?

Päivämäärä 19.4.2017

Sivumäärä 40

Liitteet 1

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä vertailen koneellisen ja manuaalisen taimikonhoidon tuloksia ja laatua. Teen myös molempien menetelmien kustannusvertailun. Tarkoitukseni on selvittää, onko koneellinen taimikonhoito kilpailukykyinen vaihtoehto perinteiselle raivaukselle raivaussahalla.

Teoriaosassa tulen esittelemään taimikonhoidon suosituksia, erilaisia raivaukseen kehitettyjä koneita, minkälaisia raivauksen vaurioriskejä on olemassa ja miten niitä voidaan ehkäistä, sekä miten raivauksen kustannukset syntyvät.

Työ on suoritettu yhteistyössä Metsänhoitoyhdistys Österbottenin kanssa. Olen tehnyt kenttäinventointeja kymmenellä koneellisesti raivatulla alueella sekä kymmenellä manuaalisesti raivatulla alueella. Inventoinnit suoritettiin kesällä 2016. Inventoidut alueet sijaitsivat Maalahdessa ja Mustasaarella.

Tulokset kenttäinventoinnistani osoittavat, että koneellinen raivaus on kilpailukykyinen vaihtoehto oikein valituilla alueilla. Koneellinen raivaus on halvempi kuin raivaussahalla tehty raivaus sellaisilla alueilla, missä taimikko on tiheää ja järeää. Sellaisella alueella, missä on vähän raivattavaa, manuaalinen raivaus raivaussahalla on tänä päivänä halvempi vaihtoehto.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Taimikko, raivaus

BACHELOR'S THESIS

Author: Matias Storm

Degree Programme: Natural resources and the environment, Raseborg

Specialization: Forestry

Supervisor(s): Britt-Mari Fagerström

Title: Mechanical clearing – a competitive alternative?

Date 19.4.2017

Number of pages 40

Appendices 1

Summary

In this thesis, I will examine the differences in the results and quality between mechanical and manual clearing. I will also do a cost comparison between the two methods. The purpose is to find out whether mechanical clearing is a competitive alternative for traditional clearing with clearing saw.

The theory part presents the recommendations for clearing, different types of machines developed for clearing, the risks for damages on the trees when clearing and how to avoid them. How the cost of the clearing is calculated is also accounted for.

The work was performed in cooperation with Skogsvårdsföreningen Österbotten. I have done inventories in the field on 10 areas cleared mechanically and 10 areas cleared manually. The inventories were measured during the summer of 2016. The areas are in the municipalities of Maalahti and Mustasaari.

The results from my inventories in the field show that mechanical clearing is a competitive alternative on the right objects. Mechanical clearing is cheaper than manual clearing on objects where the stand is dense and trees are thick. On objects with little to clear, manual clearing is still cheaper

Language: Swedish Key words: Young stands, clearing

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Syfte	2
3	Röjningsrekommendationer	2
3.1	Slyröjning	2
3.2	Egentlig röjning	3
3.3	Slyets utveckling efter röjning	5
3.4	Förröjning.....	7
4	Olika lösningar för maskinell röjning	8
4.1	Utvecklingen av maskinella röjningen.....	8
4.2	Slyröjning med Naarva aggregat	8
4.3	Maskinell plantskogsvård med Usewood Tehojätkä	9
4.4	Mense röjningsaggregat	11
4.5	Risutec röjningsaggregat.....	12
5	Röjningskostnader.....	13
5.1	Röjsågsröjningens kostnader	13
5.2	Maskinella röjningens kostnader	14
6	Skaderisker vid röjning.....	16
6.1	Rottröta	16
6.2	Knäckesjuka.....	17
6.3	Insektskador	17
6.4	Viltskador	18
6.5	Skador orsakade av röjsågen.....	18
6.6	Skador orsakade av maskin vid maskinell röjning.....	18
7	Resultat från tidigare undersökningar	19
8	Metodval.....	20
8.1	Inventeringsmetod.....	20
9	Resultat.....	22
9.1	Resultat från inventeringen	22
9.1.1	Tätheter efter röjning	24
9.1.2	Skador på kvarlämnade stammar	27
9.1.3	Markskador	29
9.1.4	Nytt sly	30
9.1.5	Kostnader	31
9.2	Intervju med entreprenörer	32
9.2.1	Entreprenör Toni Kärr	33
9.2.2	Entreprenör Niklas Herrgård.....	35

9.2.3	Analys av intervjuer.....	37
10	Diskussion.....	37
11	Källförteckning	41

1 Inledning

För att skogen ska växa och producera kvalitetsvirke är skötseln i plantskogsstadiet väldigt viktig. Ifall planskogsskötseln försummas leder det till att tillväxten på de enskilda stammarna försämras kraftigt. Den totala tillväxten minskar inte, men med röjningen koncentrerar man tillväxten på de träd man vill gynna. Ett röjt bestånd ger bättre ekonomiskt resultat i kommande avverkningar. I dagens läge råder det redan en brist på skogsarbetare och många går snart i pension. Enligt Österbottens skogsprogram 2016-2020 borde det utföras tre gånger mera ungskogsskötsel än det utförs i dagens läge (Finlands skogscentral, 2016). PEFC certifieringen kräver att minst 60 % av det årliga röjningsbehovet på certifierat område utförs (PEFC Finland, 2014, s. 16). I hela Finland utfördes år 2013 plantskogsvård på 213 000 ha. Målet för 2015 var 280 000 ha. Mellan åren 2008 och 2012 utfördes i medeltal plantskogsvård på 239 000 ha/år. (Metla 2014, s. 107). Detta betyder att den årliga mängden utförd plantskogsvård har minskat de senaste åren.

För att målen för plantskogsvård ska kunna nås kan maskinella röjningen vara ett alternativ. Eftersom det råder brist på skogsarbetare och det är svårt att hitta andra som vill arbeta med röjning, kan det vara lättare att hitta entreprenörer som vill syssla med maskinell röjning. Maskiner minskar behovet av personresurser. Maskinell röjning är dessutom fysiskt inte lika tungt som röjning med röjsåg.

Detta examensarbete har gjorts i samarbete med skogsvårdsföreningen Österbotten. Under sommaren 2016 har jag inventerat plantytor röjda mellan åren 2014 och 2016. Jag har inventerat både maskinellt och manuellt röjda ytor. Inventeringarna har gjorts för att kunna jämföra de båda metoderna med varandra. De flesta ytor jag har inventerat finns i Malax. Några är belägna i Korsholm. Den maskin som har använts på de maskinellt röjda ytorna är en Usewood Tehojätkä pro. De manuella röjningarna är utförda av skogsvårdsföreningens skogsarbetare.

2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att undersöka om maskinell rövning är ett konkurrenskraftigt alternativ till manuell rövning med röjsåg. Jag kommer att jämföra skillnader i kvaliteten på utförda rövningar samt göra en kostnadsjämförelse mellan de båda metoderna utgående från mina granskningar i fält. Jag kommer även att presentera olika metoder för maskinell rövning, vad som inverkar på rövningsekostnaderna samt rövningsekommendationerna. Fältundersökningarna har utförts i kommunerna Korsholm och Malax i Österbotten.

3 Rövningsekommendationer

Med rövningar säkerställer man plantbeståndets utveckling. Konkurrensen från konkurrerande vegetation och risken för skador minskas. Även plantornas tillväxt ökar. Ifall rövningarna försenas stiger kostnaderna för rövningen snabbt och tillväxten och kvaliteten försämras i plantbeståndet. Detta resulterar i att anläggningskostnaderna går förlorade till stor del. (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2014, s. 84-85).

3.1 Slyrövning

Eftersom lövträd som björk, asp och rönn till en början växer betydligt snabbare än tall och gran, hotar lövträden att snabbt konkurrera ut barrträden. För att säkerställa att barrträdsplantornas tillväxt inte lider på grund av beskuggning och rotkonkurrens från lövträd utförs slyrövning. Vid slyrövning avlägsnar man träd och sly som riskerar att konkurrera med huvudträdslaget. Eftersom lövträd är viktiga för mångfalden, bör man undvika att avlägsna alla lövträd. Lövträd som lämnas kvar bör vara kortare än barrträdsplantorna. Behovet av slyrövning och rövningstidpunkt avgörs av ståndortens bördighet och slyets längd och täthet. Vanligen utförs slyrövning när huvudplantorna är ca en meter höga. Målet är att om möjligt klara sig med en slyrövning. Ifall slyrövningen utförs för tidigt kan man behöva göra ytterligare en slyrövning. Detta påverkar skogsbrukets lönsamhet negativt. (Äijälä, et. al. 2014, s. 86-87).

Man kan utföra slyrövning som fullständig rövning eller som brunnsrövning. I fullständig rövning röjs allt sly bort, förutom eventuella lövträd som lämnas i luckor för mångfalden. Med brunnsrövning avses att man röjer bort sly inom en radie på ca 1 meter runt huvudplantorna. Brunnsrövning kan vara ett alternativ i bestånd där risken finns att

lövträdens stubb- eller rotskott hinner växa förbi huvudstammarna igen efter röjningen. Brunnsröjning kan även utföras i bestånd där det finns risk för frostsador, eftersom de omgivande slystammarna skyddar för frost. (Pettersson, Fahlvik & Karlsson 2012, s. 8).

Efter röjningen ökar diametertillväxten hos träden. Det enskilda trädets diametertillväxt beror på röjningsstyrkan, samt trädets grovlek vid röjningstillfället. Ifall en svag röjning utförs blir diametertillväxten betydligt lägre än efter en starkare röjning. Variationerna i diametertillväxt efter olika röjningsstyrkor framgår ur diagram 1. Normalt påverkas inte höjduvecklingen av röjningen. (Pettersson, Fahlvik & Karlsson 2012, s. 13).

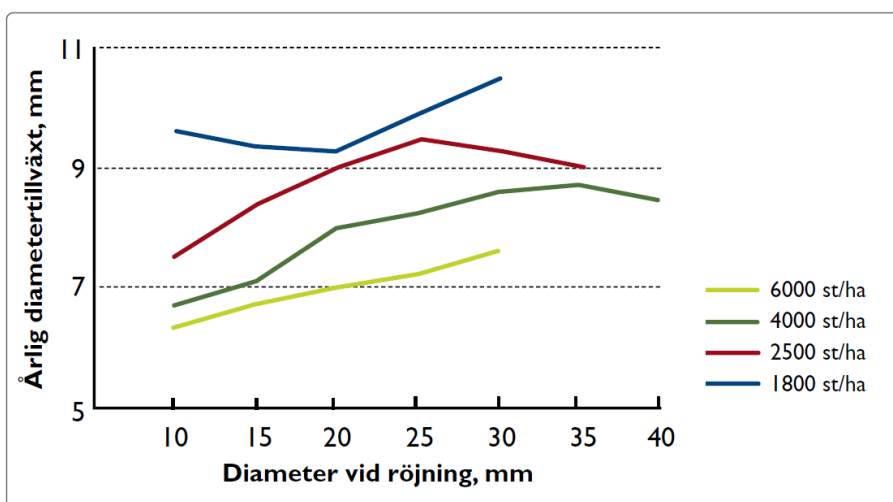


Diagram 1. Diagrammet visar den årliga diametertillväxten på brösthöjd under en period på 8 år från röjningen. De olika kurvorna visar olika röjningsstyrkor (stammar per hektar efter röjningen). Datan kommer från ett försök på ett tallbestånd i Hälsingland, Sverige. (Pettersson, Fahlvik & Karlsson 2012, s. 13).

3.2 Egentlig röjning

Genom den egentliga röjningen gör man en investering för framtiden. Röjningen i sig är bara en utgift, men nyttan fås i senare avverkningar genom bättre virkeskvalitet och lägre avverkningskostnader per avverkad mängd. Med den senare röjningen är målet att reglera tätheten och trädslagsförhållandena i plantskogen. Med hjälp av röjningen ger man de bästa träden utrymme att växa. Kvaliteten i beståndet höjs genom att träd av dålig kvalitet avlägsnas. Ett röjt bestånd har dessutom bättre motståndskraft mot exempelvis snöskador, älgbetning och insekt- och svampskador. (Äijälä, et. al. 2014, s. 88).

Man rekommenderar röjning i tallbestånd vid en medelhöjd på 5-7 meter. Eftersom tallen är attraktiv för älgen rekommenderas röjning i tallbestånd först när plantytan nått "älgssäker"

höjd. Om plantskogen hålls tät längre producerar tallen dessutom mera kvistfritt virke. I detta skede av plantskogsstadiet påverkas kvaliteten mest med att hålla tätheten hög. Tallbestånd röjs till en täthet på 2 000-2 200 plantor per hektar. Ca 200 naturligt uppkomna vårtbjörkar per hektar kan sparas i tallbestånd på frisk mo. Det lönar sig även att lämna lövträd som utfyllnad på kargare marker, men andelen bör här inte överstiga 10 %. Man bör inte lämna förväxta björkar som stör huvudplantornas utveckling. Eftersom aspar kan sprida knäcksjuka till tallar bör levande aspar inte kvarlämnas som utfyllnad. (Äijälä, et. al. 2014, s. 90).

Granen är inte lika attraktiv för älgen som tall. Den producerar inte heller mera finkvistigt virke ifall den växer tätt, och kan därför röjas tidigare än tall. Granbestånd röjs vid en medelhöjd på 3-4 meter. I norra delarna av landet rekommenderas röjning redan vid en höjd på 2-3 meter. Rekommenderad täthet efter röjning är 1 800 -2 000 plantor per hektar. Man kan låta naturligt uppkomna vårtbjörkar av hög kvalitet vara kvar som utfyllnad. Dessa ska vara av samma höjd eller lägre än granarna. Andelen björk bör inte överstiga 20 procent. Man kan sköta skogen som tvåskiktad skog ifall vårtbjörkarna växer som överståndare i en plantskog av gran. (Äijälä, et. al. 2014, s. 90-91).

Vårtbjörken får växa rätt tätt i plantskogsstadiet. Det är dock viktigt att man inte låter björkarna bli för långa och klena före första gallring. Ifall vårtbjörken blir för lång och klen avstannar tillväxten och risken för snöbrott ökar. Bestånd av odlade vårtbjörkar växer mycket snabbt. När medelhöjden uppnått 4-5 meter bör beståndet röjas till en täthet på 1600 plantor per hektar. (Äijälä, et. al. 2014, s. 91).

Glasbjörken rekommenderas att låta växa i tätare bestånd än vårtbjörk p.g.a. att diametertillväxten är betydligt sämre. Målet med odling av glasbjörk är oftast massavedsproduktion. Tillväxten ökar inte heller på samma sätt som vårtbjörkens när den får mera utrymme. Ett bestånd av glasbjörk röjs till tätheten 2 000- 2 500 plantor per hektar. (Äijälä, et. al. 2014, s. 91).

3.3 Slyets utveckling efter röjning

Hur mycket nytt sly som uppkommer genom stubbskott efter röjning beror på många olika faktorer. En del av dessa faktorer kan man påverka genom aktiv planering av beståndets skötsel. Exempel på sådana faktorer är vilken tid på året röjningen utförs och val av markberedningsmetod. Trädslag, stamantal och grovlek påverkar också mängden nytt sly. Detta kan påverkas genom att utföra röjningarna i rätt tid. Övriga faktorer som påverkar är bördighet, markens fuktighet, samt väderlek vid röjningstidpunkten. Hur mycket sly som uppkommer har stor betydelse för kostnaderna för beståndets framtida skötsel. Ifall man i slyröjningsskedet kan minska mängden stubbskott kan man minska kostnaderna för kommande röjningar. (Saksa, Miina & Uotila 2016 s. 16-24)

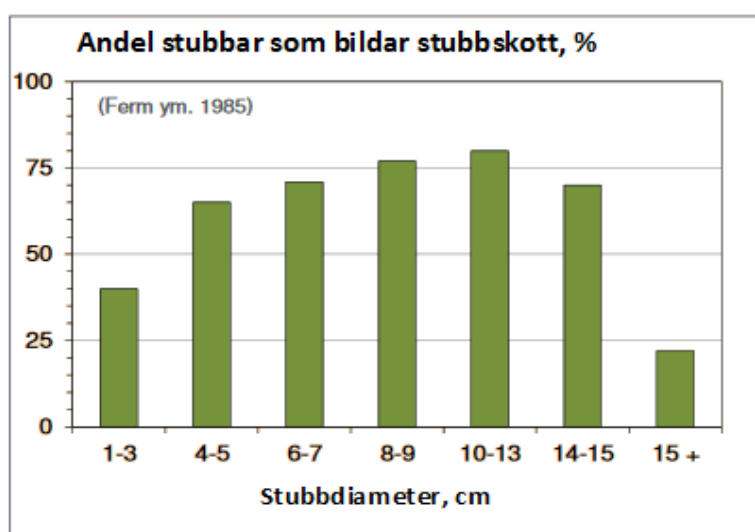


Diagram 2. Stubbdiameterens påverkan på bildande av stubbskott för björk. (Saksa, Miina & Uotila 2016 s. 22 enligt Ferm et.al 1985)

Diagram 2 visar att andelen stubbar, som bildar stubbskott, ökar kraftigt när stubbarnas diameter ökar från 1-3 cm till 4-5 cm. De granskade ytorna har till största delen haft en medeldiameter på 2,5 cm till 4,5 cm. Störst är andelen nya skott vid en stubbdiameter på 10-13 cm då över 75 % av björkstubbarna bildar stubbskott. Har beståndet nått denna grovlek börjar det dock vara för sent för röjning.

Vilken tid på året som röjningen utförs påverkar inte mängden nytt sly, utan detta påverkar istället slyets längdtillväxt. Så som diagram 3 visar är slyets längdtillväxt minst för bestånd som röjts under sommarhalvåret.

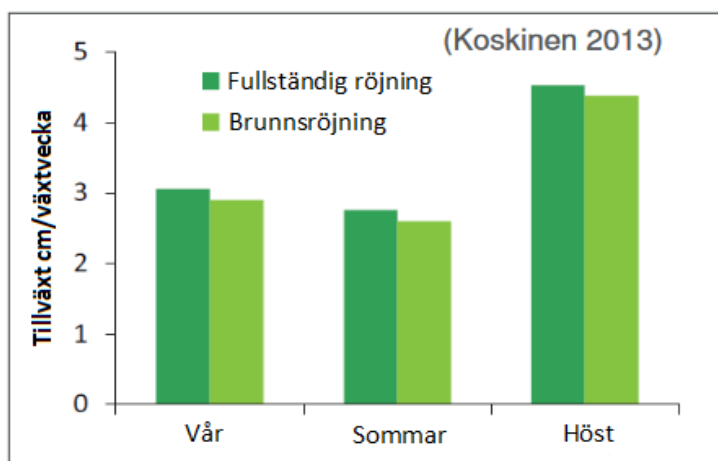


Diagram 3. Slyets längdutveckling beroende på röjningstidpunkt. (Saksa, Miina & Uotila 2016 s. 2 enligt Koskinen 2013)

Sådda tallbestånd, torr mo

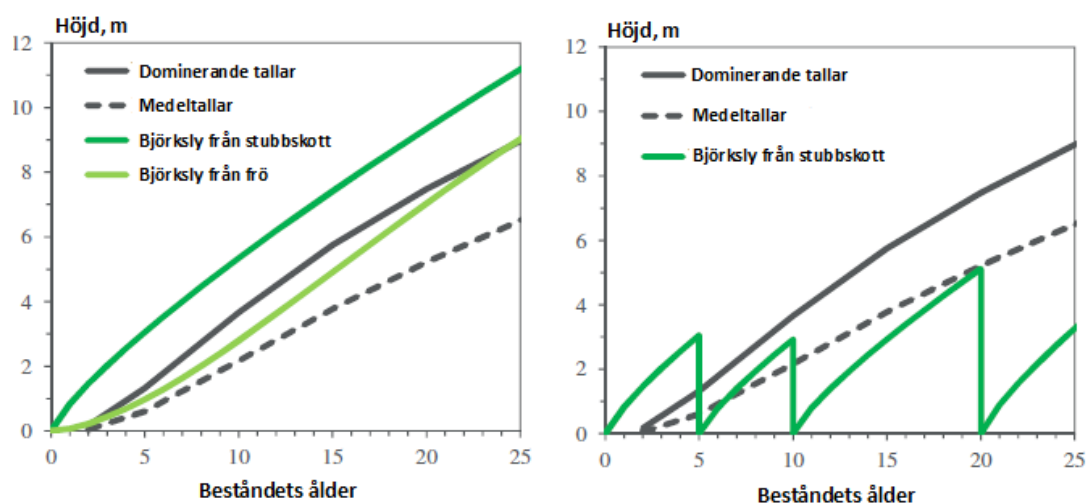


Diagram 4. Björkslyets höjdutveckling jämfört med tallens i oröjda och röjda bestånd. (Saksa, Miina & Uotila 2016 s. 26)

Planterade granbestånd, frisk mo

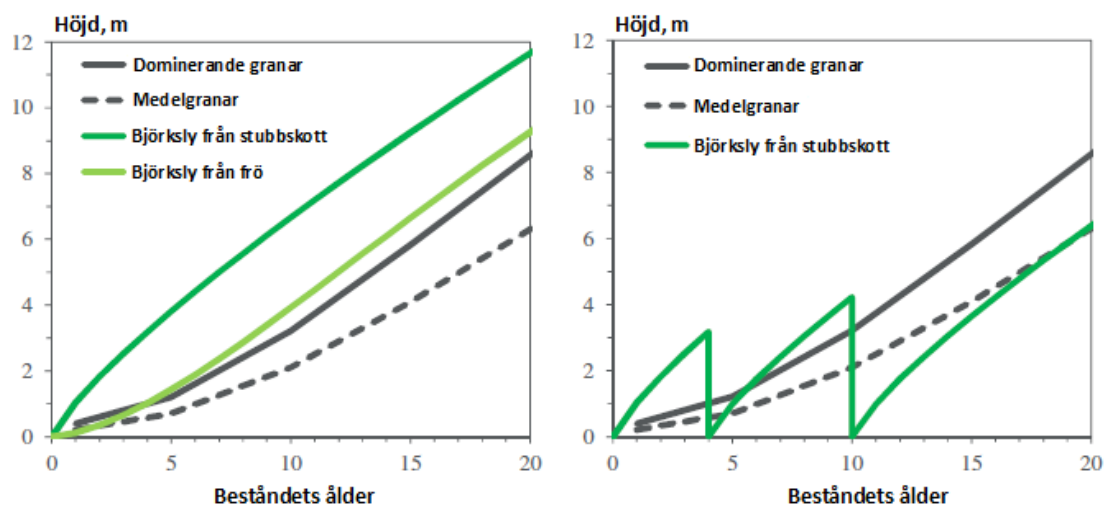


Diagram 5. Björkslyets höjdutveckling jämfört med granens i oröjda och röjda bestånd. (Saksa, Miina & Uotila 2016 s. 26,56)

Björkslyet växer betydligt snabbare än både granen och tallen. Diagramen 4 och 5 visar att björkarna kommer att vara dubbelt högre än granarna och tallarna vid 20-25 års ålder, ifall man lämnar röjningarna ogjorda. Detta betyder att barrträden helt kommer att konkurreras ut av björkarna och det finns en risk att en stor del av barrträden dör. Tallen är ett ljuskrävande trädslag och lider stort av att växa som underväxt. Granen är mera skuggtålig men även den lider. De högra bilderna visar slyets höjdtveckling med ett skötselprogram på två eller tre röjningar. Ifall röjningarna utförs vid rätt tidpunkt hinner inte slystammarna längre ikapp huvudstammarna.

3.4 Förröjning

Förröjning utförs före en gallrings- eller slutavverkningsåtgärd. Vid förröjning avlägsnas underväxt som stör avverkningarbetet. Med underväxt avses träd och buskar som på naturlig väg uppkommit under huvudbeståndet. Underväxten röjs inom en radie på en meter runt gagnvirkesstammarna. Därtill röjer man granunderväxt som har en höjd på över två meter och som stör sikten från skogsmaskinen. Med förröjning underlättar man avverkningsarbetet betydligt och risken för skador på beståndet minskas. Man bör inte avlägsna underväxt som inte stör sikten eller försvårar styrningen av avverkningsaggregatet till träd som tas bort. Onödig röjning bör undvikas, eftersom den höjer röjningskostnaderna, minskar mångfalden samt gör levnadsförhållandena för viltet sämre. (Äijälä, et. al. 2014, s. 151-152)

Röjningen utförs i god tid före avverkningarbetet påbörjas. Det är mest förmånligt att utföra röjningen året före avverkningen, och på karga marker ännu tidigare. Röjningen bör utföras under den snöfria tiden, annars kan de höga stubbarna störa fällningen av gagnvirkesstammarna. (Metsäteho 2001, s. 5)

Förröjning utförs endast på bestånd där det finns behov. Drivningskostnaderna för små träd är betydligt högre än deras virkesvärde, och dessa är därför inte lönsamma att ta ut i samband med avverkning. Med dagens drivningskostnader och virkespriser är stammars, vars diameter på brösthöjd överstiger 8 cm, värde vid väg högre än deras drivningskostnader. Stammar med en diameter över 8 cm lönar det sig därför att driva med skördare. Det är endast ekonomiskt lönsamt att förröja bestånd där stammar mindre än 7 cm i diameter gör drivningen långsammare och höjer avverkningskostnaderna mera än kostnaderna för förröjningen. Som grundregel kan man ha att förröjning behövs när sikten i skogen är dålig och det är besvärligt att röra sig i skogen. (Saksa, Miina & Uotila 2016, s. 86-88)

4 Olika lösningar för maskinell röjning

I Finland utförs plantskogsvård på ca 150 000 hektar och istandsättning av ungskog på ca 60000 hektar årligen. Av denna areal röjs endast ca 1-2 % maskinellt i dagens läge (Saksa, Miina & Uotila 2016, s 5, 98). Som bäst pågår en kraftig omstrukturering av skogsägarkåren. Skogsägarna blir äldre och allt fler bor i städerna. Tidigare har en större andel av skogsägarna skött skogen själva, men p.g.a. omstruktureringen minskar antalet självverksamma skogsägare. Enligt riksskogstaxeringen uppgår andelen försenade plantskogsvårdsarbeten till ca 700 000 ha. För att andelen försenade plantskogsvårdsarbeten inte ska öka ytterligare och på grund av brist på arbetskraft inom skogsbrukssektorn förutsätts att man hittar nya metoder för att öka produktiviteten. Mekanisering av arbetena är ett sätt att öka produktiviteten. (Rantala & Kautto 2011, s. 4).

4.1 Utvecklingen av maskinella röjningen

I Sverige började man redan i början av 1970- talet utveckla mekaniseringen av plantskogsvården. Redan då fanns tiotals olika maskinutvecklare. På 1980- talet hade ett halvt dussin konstruktioner för plantskogsvård tagits i bruk. Av dessa var största delen små modifierade skogsmaskiner. I början av 1990- talet hade maskinernas antal ökat till ca 20, och enligt undersökningar kunde dessa kostnadsmässigt konkurrera med arbeten som utfördes med röjsåg. Under samma tid i Finland var maskinella plantskogsvården endast konkurrenskraftig i bestånd där tätheten och stubbdiametern var höga. (Rantala & Kautto 2011, s. 4)

4.2 Slyröjning med Naarva aggregat

Röjning med Naarva aggregat utförs 0-2 år tidigare än slyröjning med röjsåg. Aggregatet lyfter upp slyet med rötterna. Detta gör att mängden nytt sly som uppkommer efter röjningen kraftigt minskas. Efter röjning med Naarva aggregat kan man ofta lämna ytan orörd ända fram till första gallring. Med bra förutsättningar kan man röja en hektar på ca 8 timmar. Lämpliga objekt är ungefär 1 meter höga gran- och tallbestånd på mineraljord. Granbestånd röjs 4-6 år efter planteringen och tallbestånd 6-8 år efter sådden. Röjningsarealen bör överstiga 1,5 hektar. Röjningen bör utföras mellan maj och oktober på ofrusen mark. Aggregatet kan kopplas till grävmaskiner och skördemaskiner. (Kukkonen, Uotila, Miina & Saksa, u.å. s. 2-4)

Det som avgör ifall tidig maskinell rönjning är konkurrenskraftigt alternativ till slyrönjning med röjsåg, är hur bra man kan förebygga kommande plantskogsskötselbehov. Som enskild åtgärd är tidig maskinell rönjning 2-2,5 gånger dyrare än rönjning med röjsåg. Ifall den senare rönjningen inte behöver utföras kan man dock spara 20 % av totala kostnaderna jämfört med att man först skulle utföra slyrönjning och senare egentlig rönjning med röjsåg. (Hämäläinen, Strandström, Saarinen, Hynynen, Saksa & Hyyti 2013, s. 5-6)



Bild 1. Naarva P25 aggregat. Metla. Foto: Mikael Kukkonen

4.3 Maskinell plantskogsvård med Usewood Tehojätkä

Usewood Tehojätkä är en liten skogsmaskin utrustad med ett rönjningsaggregat. Plantskogsvård med Tehojätkä fungerar på samma sätt som normal rönjning med röjsåg, d.v.s. genom kapning av de träd som ska bort. Den har en vikt på 1800 kg och bredd på 1,5 meter och är därför en smidig maskin i plantskogen. Eftersom avståndet mellan stammarna i den här typen av rönjningar blir ca 2 meter efter rönjningen är det möjligt att köra maskinen mellan stammarna. Jämfört med traditionell rönjning är maskinens fördelar bättre arbetsergonomi, och fysiskt lättare arbete, särskilt i svåra väderförhållanden. På rätt valda objekt är rönjning med Tehojätkän snabbare än rönjning med röjsåg. Dessutom kan man arbeta längre dagar med maskinen, eftersom man fysiskt inte blir lika trött. (Kukkonen, et. al., u.å. s .5)

Tehojätkän lämpar sig främst för egentliga rönjningar, men går även att använda i slyrönjningar. I slyrönjningar är lämplig höjd vid rönjning en meter för planterade bestånd och

en halv meter för sådda bestånd. För att få bättre lönsamhet bör beståndet som ska röjas ha en relativt hög täthet. Mycket steniga områden, branta sluttningar och bestånd med djupa diken är problematiska och är därför inte lämpliga att röja med Tehojätkän. Maskinen fungerar relativt bra i snö, men djup och lös snö är problematiskt. Eftersom det är en liten maskin behöver man inte specialmaskiner för transport, utan den går att transportera med bilsläpvagn. På det här viset undviker man dyra transporter. (Kukkonen, et. al., u.å. s .6)

I dagens läge har usewood förnyat sina maskiner och Tehojätkäns motsvarighet heter idag Forest Master. Enligt Usewoods hemsida har man förbättrat bl.a. hydrauliken, kranen och hytten. De uppger även att det nu går att kombinera spridning av gödsel och slybekämpning med maskinen. Den har en något högre vikt än den äldre modellen, 2100 kg. (Usewood 2017).



Bild 2. Usewood Tehojätkä pro med aggregatet UW40. (Matias Storm 2016)



Bild 3. Aggregatet UW40 till Usewood Tehojätkä. (Matias Storm 2016)

4.4 Mense röjningsaggregat

Mense röjningsaggregat används i plantskogsgallringar antingen med en lätt eller medeltung skogsmaskin eller med en grävmaskin som basmaskin. I plantskogsgallringen följer man allmänna råden för egentlig röjning, men p.g.a. maskinens storlek öppnar man upp körstråk med 20 meters mellanrum. De träd som går förlorade på körstråken kompenseras genom att lämna beståndet mellan körstråken tätare än normalt. Arbetet går betydligt snabbare än röjning med röjsåg ifall stammantalet som ska röjas är stort och stammarna är grova. Normalt röjer man ca 1 hektar per dag med Mense. (Kukkonen, et. al., u.å. s. 7-8).



Bild 4. Mense röjningsaggregat. Foto: Ville kankaanhuhta

4.5 Risutec röjningsaggregat

Risutec OY tillverkar aggregat för maskinell plantering, röjning och energigallring. Deras effektivaste aggregat för röjning är Risutec 3. Med detta aggregat kan man röja ca 0,2-0,3 hektar per timme. De tillverkar även ett lättare röjningsaggregat, Risutec TRC. Detta aggregat kan kopplas till en traktor eller grävmaskin. Aggregatet passar till slyröjningar och egentliga röjningar. Det kapar 360°, vilket ökar produktiviteten. Arbetsprestationen med detta aggregat är 0,1-0,2 ha/h. (Risutec, u.å).

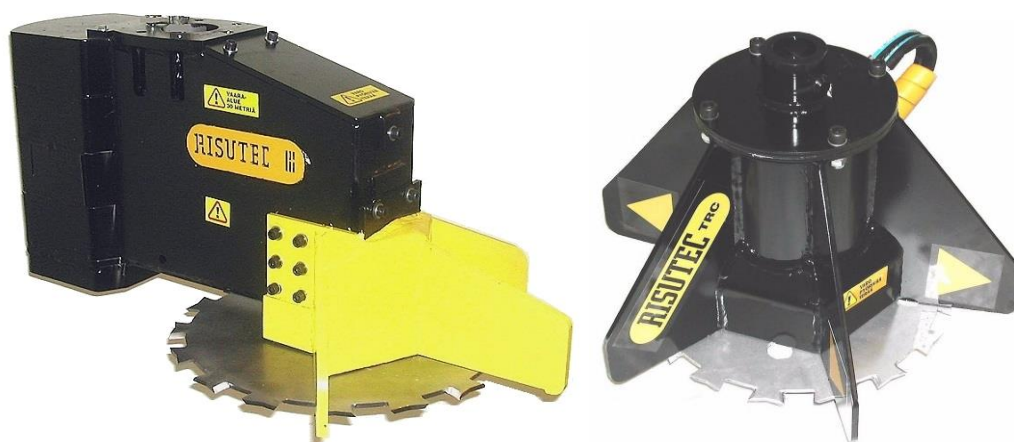


Bild 5. Det större Risutec 3 aggregatet till vänster, och Risutec TRC till höger. Källa: risutec.fi

5 Röjningskostnader

Kostnaden för röjning varierar starkt och beror i hög grad på tätheten på beståndet och grovleken på bortröjda stammarna. Terrängen, d.v.s. stenighet, sluttningar och liknande påverkar också kostnaderna. Dessa faktorer påverkar arbetsinsatsen, vilket kostnaderna grundar sig på. Ju tidigare röjningen utförs, desto klenare är de borttagna stammarna. Det som är avgörande för röjningskostnaden är alltså röjningstidpunkten. (Skogforsk, 2016a). År 2013 var medelkostnaderna för plantskogsvård för hela landet 414 €/ha för privata skogar och 463 €/ha för skogsindustrins och statens skogar. För mellersta och södra Österbotten var samma siffror 407 €/ha respektive 428 €/ha. (Metla 2014 s. 144)

5.1 Röjsågsröjningens kostnader

Vem som utför arbetet har stor inverkan på tidsåtgången vid röjning. En erfaren skogsarbetare röjer dagligen ungefär dubbelt mer än en oerfaren självverksam skogsägare. Även mellan olika skogsarbetare finns stora skillnader. Svåra terrängfaktorer såsom diken, stenar, branta sluttningar och kraftig markberedning påverkar tidsåtgången ungefär lika mycket för en nybörjare som en erfaren skogsarbetare. (Saksa, Miina & Uotila 2016, s. 94)

Tätheten på beståndet och stammarnas diameter påverkar kraftigt hur mycket tid som går åt till röjningen, och således också kostnaderna. Ifall stubbdiametern ökar från 1 cm till 2 cm fördubblas tidsåtgången. En ökning från 1 cm till 5 cm ökar tidsåtgången 5-6 gånger. En fördubbling av tätheten av beståndet ökar tidsåtgången 1,5-2 gånger. Beståndets tillväxt ökar i medeltal röjningens tidsåtgång med 3-10 % per år. Som ett exempel på detta kan en försening av röjningen med 10 år i ett planterat bestånd fördubbla tidsåtgången. (Saksa, Miina & Uotila 2016, s. 96-97)

Kostnaderna för en slyröjning som utförs med röjsåg av en skogsarbetare är vanligtvis 200-350 €/ha. Detta utgår från att skogsarbetarens kostnader är 30 €/h. Det går även att utföra slyröjning i form av brunnsröjning, där man endast röjer sly inom en radie på ca 1 meter runt plantorna. Brunnsröjningen är ungefär 10 % förmånligare än ifall allt sly röjs. Den senare röjningen blir dock dyrare och de totala kostnaderna blir ungefär samma. Den egentliga röjningens kostnader är normalt 300-450 €/ha. Ifall slyröjningen har försummats och den egentliga röjningen är den första plantskogsvårdsåtgärden stiger kostnaderna till 450-750 €/ha. För mycket försenade röjningar och för istandsättning av ungskog kan kostnaderna uppgå till 1200 €/ha. (Saksa, Miina & Uotila 2016, s. 98)

5.2 Maskinella röjningens kostnader

Enligt undersökningar som gjorts de senaste åren finns det åtminstone två maskiner som har kunnat uppnå manuella röjningens kostnadsnivå på lämpliga objekt. Dessa är Naarva aggregatet som används på tidiga röjningar, samt Usewood Tehojätkä.

På ett lämpligt objekt röjer man ca 1 ha per dag med Naarva, d.v.s. ungefär samma som för motsvarande röjningsobjekt med röjsåg. Kostnaderna för Naarva är ungefär 600 €/ha. Direkt jämfört med röjsågröjning kan alltså inte röjning med Naarva konkurrera kostnadsmässigt. Röjning med Naarva grundar sig dock på att man endast ska behöva utföra ett röjningsingrepp. Med detta i beaktande blir Naarva röjning billigare jämfört med röjsågröjning när man beaktar hela plantskogsskötseln. Vid röjning med röjsåg behöver man ytterligare en röjning efter slyröjningen och kostnaderna för båda röjningarna totalt blir ca 700 €/ha. Ifall en lättare senare röjning behövs efter Naarva röjning blir kostnaderna totalt i medeltal ca 650 €/ha. (Saksa, Miina & Uotila 2016, s. 98-100)

Maskinellt kapande röjningsaggregat som finns i dagens läge är produktionsmässigt snabbare än en skogsarbetare. Däremot är skogsarbetaren ännu kostnadsmässigt mycket konkurrenskraftig. I medeltal är maskinernas kostnader 1,4-3 gånger högre jämfört med röjning som utförs med röjsåg. Större maskiner är produktionsmässigt inte effektivare än små maskiner, därför är små och billigare maskiner mera konkurrenskraftiga. Dessutom är det större skaderisker om man använder stora maskiner i en plantskog. Den maskin som främst visat sig konkurrenskraftig till skogsarbetare med röjsåg är den lilla skogsmaskinen Usewood Tehojätkä, då den används på objekt där det finns mycket att röja och grova stammar. Diagram 6 visar kostnadsjämförelse mellan Tehojätkan och skogsarbetare med röjsåg. Diagrammet visar att skogsarbetaren är billigare när antalet stammar som röjs är lågt och stammarna är klena. Brytpunkten går vid ungefär 11 m²/ha, varefter maskinen blir billigare. I kapitel 9.1.5 kommer jag att ta upp mera om kostnaderna för Tehojätkan, utgående från mina egna fältinventeringar. (Saksa, Miina & Uotila 2016, s. 100)

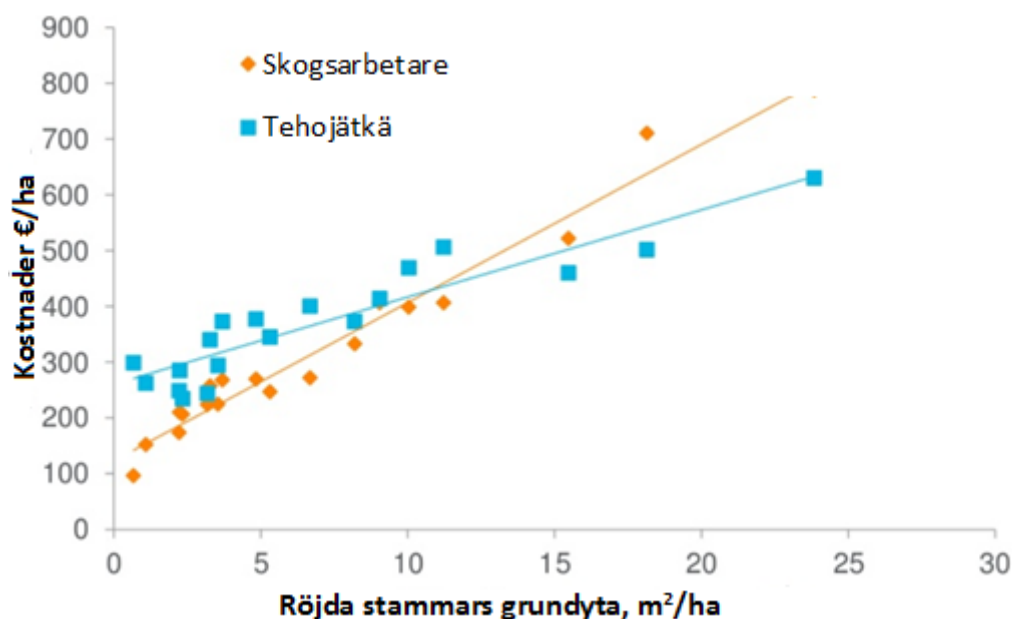


Diagram 6. Kostnadsjämförelse mellan Tehojätkä och skogsarbetare utgående från grundytan för de träd som röjts. Tehojätkäns kostnad räknas vara 46 €/h och skogsarbetarens 33 €/h. (Saksa, Miina & Uotila 2016, s. 101)

I tidiga röjningar når inte kapande maskiner kostnadsmässigt upp till skogsarbetarens nivå. Ifall man kombinerar maskinell röjning med till exempel gödsling eller slybekämpning kan man öka kostnadseffektiviteten betydligt. I framtiden kan maskinell plantskogsvård som kombineras med effektiva och miljövänliga slybekämpningsmedel vara ett mycket konkurrenskraftigt alternativ till röjning med röjsåg. (Saksa, Miina & Uotila 2016, s. 100)

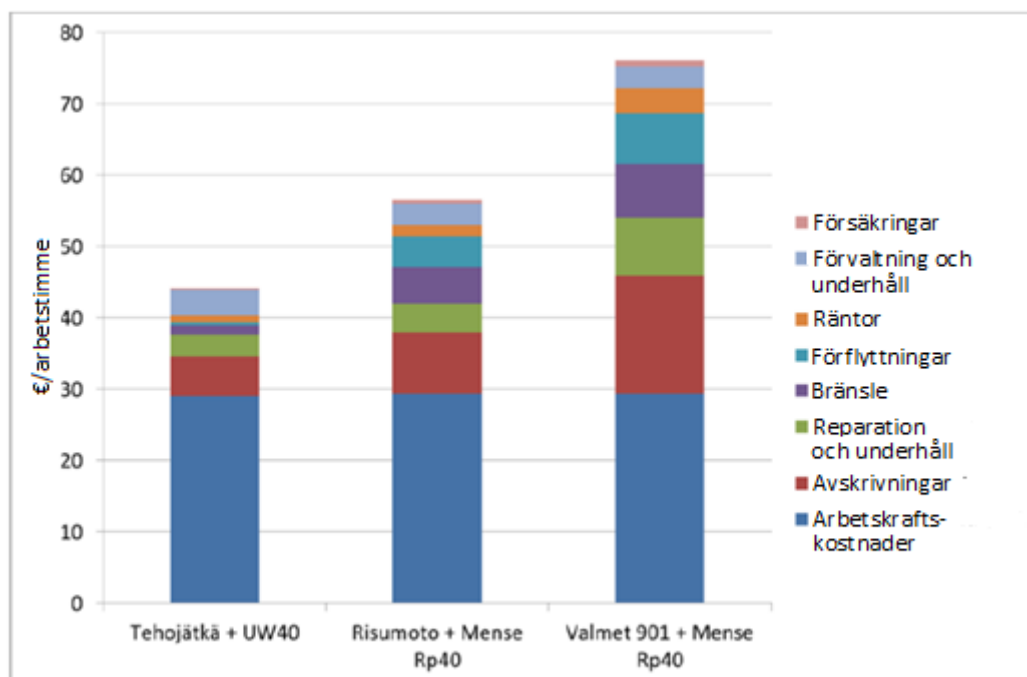


Diagram 7. Exempelkalkyl över röjningsmaskiners kostnadsuppbyggnad. (Hämäläinen et.al. 2013, s.21).

Diagram 7 visar skillnaderna mellan arbetets timkostnad mellan olika maskiner. Kostnaderna för arbetskraft är samma för alla maskiner, lite under 30 €/h. Tehojätkän har betydligt mindre kostnader för bränsle än övriga maskiner. Tehojätkäns bränsleåtgång är endast ca 2 l/h, och eftersom man kör på brännolja har maskinen mycket låga timkostnader för bränsle. På grund av dess låga vikt går den att transportera med bilsläpvagn, vilket gör att även transportkostnaderna är mycket låga med Tehojätkän. Med de tyngre maskinerna måste man ha specialtransporter vilket ökar transportkostnaderna väsentligt.

6 Skaderisker vid röjning

Risken för skador kan bäst förebyggas med en röjning som är väl och tidigt utförd. Röjningen i sig kan dock även orsaka skador. Exempel på sådana är rotröta eller insektsskador. (Skogforsk, 2016b)

6.1 Rotröta

Rotröta orsakas vanligen av svampen rotticka. I gallrings- och slutavverkningsskogar med gran är rotröta ett stort problem. Med sporena från rottickan infekteras stubbar, skadade rötter samt stammar. Vid röjningsingrepp är skaderisken mindre, men enligt nya studier kan granstubbar så små som 2 cm i diameter infekteras. Spridningshastigheten ökar ändå med stigande diameter. (Skogforsk, 2016c). I tidigt utförda röjningar är risken för spridning av rotticka liten eftersom stubbarna är för små för att effektivt kunna sprida rottickan. Detta gäller när röjningen utförs vid en höjd på 2,5-3,5 meter och diameter på ca 3-4 cm på brösthöjd. I försenade röjningar och i förhandsröjningar är stubbdiametern vanligtvis betydligt större. Vid dessa ingrepp är risken för spridning av rottickan uppenbar. (Witzell et. al., 2009, s. 27-28).

Sporerna från rottickan sprids när temperaturen överstiger ca 5 grader, när det är kallare än så är risken för rötinfektion liten. Detta står i konflikt med råden för att röja grövre granbestånd på sensommaren eftersom man då minskar på spridningen av skadeinsekter. (Skogforsk, 2016c).

6.2 Knäckesjuka

Knäckesjukan är en svampart som värdväxlar mellan tall och asp. Den skadar inte aspen, men tallen kan få en sårskada. Detta resulterar i att skottet böjs eller bryts. Unga tallar drabbas. Det är svårt att bekämpa asp genom röjning eftersom nya aspar hela tiden uppkommer genom rotskotten. (Skogforsk, 2016c). Den effektivaste metoden för att förhindra uppslag av aspsly på förnyelseytor är att ringbarka grova aspar 2-3 år före förnyelseavverkningen. Detta resulterar i att asparna dör och inte kan förnya sig via rotskott. (Äijälä, et. al. 2014, s. 54-55).

Angrepp av knäckesjuka leder till att längdtillväxten avtar. Detta innebär att tallplantorna snabbt konkurreras ut av snabbväxande lövträd. Angreppen leder även till att träden får böjda stammar, vilket orsakar kvalitetsfel på kommande timmer. Angrepp som pågår under flera års tid kan stoppa utvecklingen helt, även i en tallplantskog som fått en bra start. (Äijälä, et. al. 2014, s. 54-55).

6.3 Insektsskador

När det gäller insektsskador är det framförallt två arter som kan orsaka skada i samband med röjning. Den sextandade barkborren angriper gran och märgborrarna (större och mindre märgborre) angriper tall. Dessa kan föröka sig i grovt röjningsavfall. (Skogforsk, 2016d).

Unga granar angrips av den sextandade barkborren. Om träden är försvagade från tidigare kan de dö av angreppen. För att undvika skador bör man röja grövre plantbestånd av gran i augusti- september. Genom att röja på hösten ger man den sextandade barkborren sämre tillgång till bark att föröka sig under när den svärmar följande vår. I vissa fall kan angrepp av den sextandade barkborren leda till att trädet senare angrips av den allvarligare åttatandade barkborren. (Skogforsk, 2016d).

Den större märgborren kan föröka sig i grövre, färskt tallröjningsvirke. Därför bör man inte lämna mer än 5 kubikmeter tallvirke med skorp bark på förnyelseytor. Gnaget från märgborrarna orsakar främst en tillväxtnedsättning, men försvagade träd kan dö. De kan också sprida blånadssvampar som sänker värdet på virket. För att undvika skador av märgborrarna bör man röja tall med skorp bark från mitten av maj till mitten av juli i Södra Finland. I norra delarna av landet bör man röja mellan juni och mitten av juli. Med detta vill man minimera tillgången till förökningsplatser. (Skogforsk, 2016d).

6.4 Viltskador

De flesta viltskador orsakas av älgen. Det är främst plantskogar av tall som drabbas, granen undviker älgen helst. Tallen drabbas främst under vinterhalvåret. Skadorna syns i form av förlust av barrmassa, stambrott, barkskador samt krökar. Røjning är ett bra sätt att minska risken för älgskador, eftersom den ger upphov till kraftigare skott och grövre toppskott som bättre tål betning. Välmående tallar producerar mera illasmakande ämnen för älgar, vilket leder till att dessa helst undviks. Røjning ger även en högre diametertillväxt, vilket snabbt ger träd som älgen inte lika lätt kan bryta ner. Vid røjningen bör man inte avlägsna skadade tallar, ifall de inte stör huvudplantorna, eftersom älgen gärna betar på samma tall flera gånger. Detta kan skona friska tallar. (Skogforsk, 2016e). Eftersom älgen helst äter lövträd som rönn, sälg, asp och en på vintern, kan man lämna dessa trädslag, om de inte stör huvudplantorna. Det mest effektiva sättet att förhindra viltskador på plantskog är att genom jakt reglera hjortstammen till en hållbar nivå. (Äijälä, et. al. 2014, s. 56).

6.5 Skador orsakade av röjsågen

Skador kan även orsakas direkt av röjsågens klinga. När man röjer bort en stam som är nära en stam som ska sparas, kan det hända att man i misstag även sågar in en bit i den stam som ska sparas. I fall man märker att man skadar en stam man tänkt lämna bör man röja den skadade stammen och istället spara en alternativ stam.

6.6 Skador orsakade av maskin vid maskinell røjning

När man går in med en maskin i en tät plantskog är skaderisken större än vid manuell røjning med röjsåg. Ju större maskin man använder desto större är skaderisken. Skadorna kan orsakas av bl.a. basmaskinens däck, kranen eller aggregatet. Det finns även en risk för markskador och skador på rötterna. Förekomsten av olika typer av skador kommer att presenteras noggrannare i kapitel 9.1.2, utgående från mina fältinventeringar.

7 Resultat från tidigare undersökningar

Det har gjorts en del tidigare undersökningar om maskinell röjning, och i detta kapitel kommer jag att presentera resultaten från dessa undersökningar. Jag kommer senare att jämföra resultaten från tidigare undersökningar med resultaten från mina inventeringar.

Skogsforskningsinstitutet gjorde under åren 2008 och 2009 en undersökning om tidig röjning med Naarva aggregatet. Röjningarna hade utförts i form av brunnsröjningar. Undersökningen koncentrerade sig på tidsåtgång, kostnad och resultat i granbestånd efter Naarva röjning. I undersökningen kom man fram till att man rörde i medeltal 1 ha på 7,1 timmar. De faktorer som mest påverkade tidsåtgången var stenighet, lövträdens täthet och huvudstammarnas höjd. Ökad stenighet ledde till att tidsåtgången blev större. Däremot gick arbetet snabbare på figurer där höjden på huvudstammarna var högre. I medeltal skadades 11 % av de granar som var avsedda att sparas. Av de skadade stammarna var 55 % icke utvecklingsdugliga. Hälften av skadorna orsakades av basmaskinens däck, en tredjedel av att ha träffats av aggregatet och var femte under själva kapningen. Efter röjningen sparades i medeltal 2874 stammar per hektar störande lövträd i närheten av granar. Detta betyder 1,7 störande stammar per gran. Av lövträden var i medeltal 32 % skadade. (Rantala & Kautto 2011, s. 6-9)

Metsäteho utförde år 2011 en undersökning om maskinella röjningens kostnadsmässiga konkurrenskraft. Man undersökte Naarva, Mense och UW-40 aggregatens konkurrensmöjlighet. Angående Naarva kom man fram till att produktiviteten borde öka 2,5–3,1 gånger för att den kostnadsmässigt skulle komma upp till samma nivå som röjning med röjsåg. Detta gäller när man endast granskar den tidiga röjningen. När man beaktar hela plantskogsvårdskedjan är Naarva 6-28 % förmånligare än röjsågsröjning. I nuläget finns det stora skillnader i kostnadskonkurrenskraften mellan Mense och Tehojätkä med UW40, vilka används i egentliga röjningar. Tehojätkän är konkurrenskraftig i jämförelse med skogsarbetare på objekt där antalet röjda träd är av genomsnittlig mängd och stubbdiametern är minst 3 cm. Menses kostnader är däremot 1,5–1,9 gånger högre jämfört med röjsågsröjning, och produktiviteten borde ökas 1,5–2,2 gånger för att kostnadsnivån skall bli samma. Detta betyder att man beroende på arbetsförsvårande faktorer borde röja minst 0,18–0,26 ha/h. Även Tehojätkäns produktivitet borde öka med 35 % ifall röjda stammarnas stubbdiameter är endast 2 cm (se diagram 8). Detta betyder att man borde röja minst 0,13 ha/h. (Strandström, Saarinen, Hallongren, Hämäläinen, Poikela & Rantala 2011, s. 19-23).

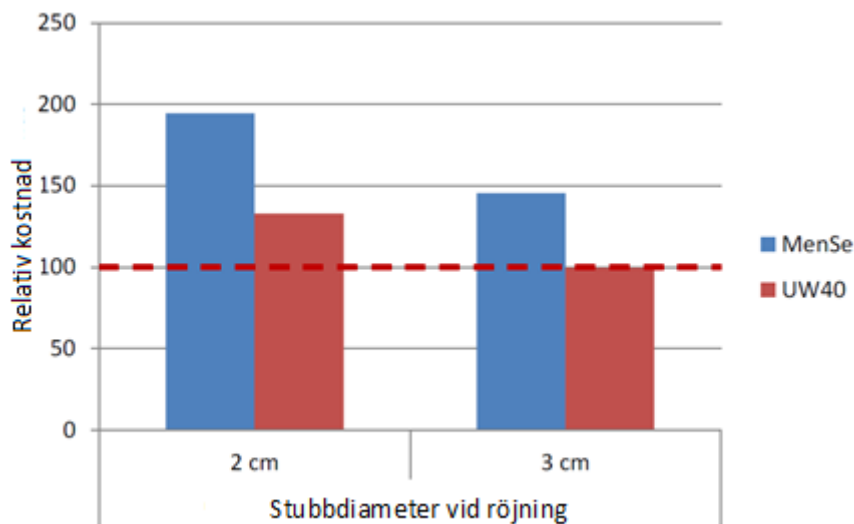


Diagram 8. Maskinella röjningens relativa kostnader jämfört med skogsarbetare med röjsåg, när röjningen utförs vid en stubbdiameter på 2 cm respektive 3 cm. Skogsarbetarens relativa kostnad är 100. (Strandström et.al 2011).

8 Metodval

De ytor som jag inventerat har valts subjektivt av skogsvårdsföreningens skogsfackmän. Största delen av ytorna finns i Malax, några i Korsholm. Det har valts representativa ytor som varit i närheten av en väg, för att minska tidsåtgången för inventeringarna. Majoriteten av röjningarna har varit av typen egentliga röjningar med höjden 5-8 meter. Figurernas huvudträslag är tall på de flesta ytor, men på några är det gran. Ytor som varit täta innan röjningen har prioriterats. Inventeringarna har jag utfört på egen hand. Samtliga inventerade plantytor har varit i utvecklingsklass T2, d.v.s. äldre plantbestånd. Ytorna är relativt färska, röjda mellan åren 2014 och 2016. Totalt inventerades 10 maskinellt röjda och 10 manuellt röjda ytor. Storleken på ytorna varierade mellan 1 och 7 hektar, medelstorlek 3,1 ha. Totalt inventerades 59,4 ha.

8.1 Inventeringsmetod

Inventeringarna har utförts som linjeinventeringar. Detta innebär att man mäter cirkelprovytor med jämna mellanrum längs figurens längsta linje (enligt tabell 1). Antalet provytor varierade utgående från ytans storlek, men minst 5 provytor har mätts på varje figur. Varje provytas position har sparats med hjälp av GPS, vilket har underlättat bearbetningen av data.

Tabell 1. Antalet provytor som mättes i förhållande ytans areal

Figurens areal, ha	Antal provytor
<1,9	5
2-3,9	6
4-5,9	7
6-7,9	8
8-9,9	9
>10	10

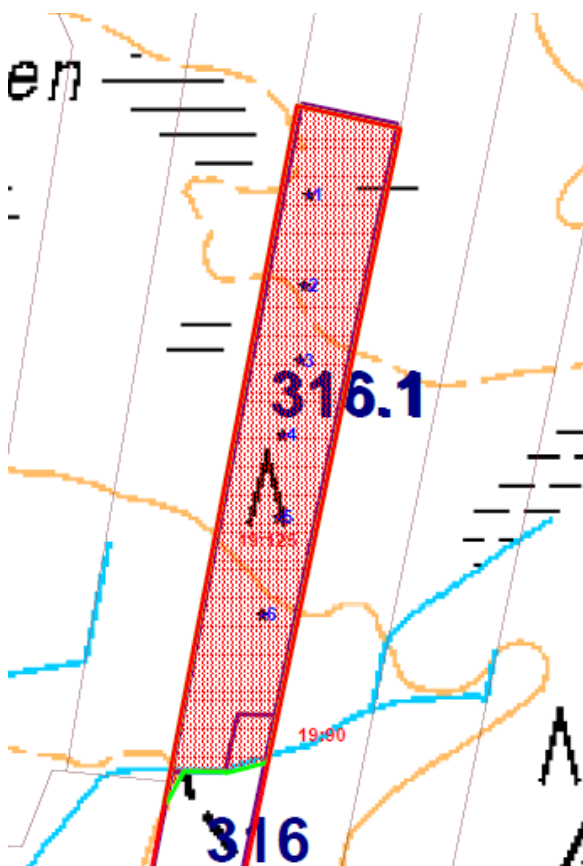


Bild 6. Exempel på inventerad plantyta. Det färgade området är det område som är röjt och de numrerade blåa stjärnorna är GPS positionerade provytor.

Som man kan se på kartan i bild 6 bildar provyterna inte alltid en exakt linje. Detta beror främst på att det är svårt att gå i en rak linje i en plantskog. Detta har dock ingen praktisk betydelse. Huvudsaken är att man inte själv väljer subjektivt var provyterna placeras utan att slumpen avgör provyternas placering.

På varje provyta har jag med 3,99 meters radie mätt antalet kvarlämnade stammar efter röjning, medelhöjd samt skador. Med samma mittpunkt har jag med 1,78 meters radie i täta bestånd och 2,52 meters radie i övriga bestånd mätt antalet bortröjda stammar samt grovleken på dessa. Grovleken har mätts genom att ta medeltal på de 5 grövsta stubbarna närmast mittpunkten. På de äldsta ytorna, röjda 2014, har jag även mätt mängden nytt sly som har uppkommit efter röjningen. Detta har gjorts för att kunna jämföra ifall det finns skillnader i uppkomsten av nytt sly mellan de båda röjningsmetoderna. Jag har inte mätt grovleken på det nya slyet utan endast räknat antalet per hektar. De allra klenaste slystammarna, under 0,5 cm i diameter, har inte räknats med. Övriga uppgifter om plantbeståndet såsom skogstyp och plantskogens kvalitet noterades också.

Jag har även intervjuat ett par entreprenörer inom maskinell röjning för att få deras synvinkel på saken. Frågorna har bl.a. handlat om lämpliga bestånd för maskinell röjning, maskinens för- och nackdelar, och tidsåtgången på olika röjningsobjekt. Dessa intervjuer kommer att presenteras i nästa kapitel.

9 Resultat

9.1 Resultat från inventeringen

I detta kapitel kommer jag att presentera resultaten från mina fältinventeringar. Jag kommer att dela in resultatanalysen i olika underkapitel, där jag jämför tätheter efter röjning, mängden skador, mängden nytt sly samt kostnader mellan de båda metoderna. Nedanstående tabeller visar en sammanfattning över inventerade ytor. Jag har räknat ut ett aritmetiskt medeltal och ett arealvägt medeltal. I resultatanalysen har jag använt det aritmetiska medeltalet, men detta har ingen större praktisk betydelse eftersom de två medeltalen ligger så nära varandra.

Tabell 2. Samlingstabell över inventerade manuellt röjda ytor

Skogstyp	Kvarlämnade stammar/ha			Höjd		Röjda stammar		nytt sly st/ha
	Barr	Löv	Tot	Barr	Löv	st/ha	grovlek, cm	
VT/MT	1225	500	1725	3	4,7	8875	3,4	15375
VT/MT	2600	335	2935	6,7	5,5	17335	2,9	18800
MT	1435	1535	2970	8,2	8	16420	4,6	11250
MT	1550	1675	3225	5,5	5,5	11875	3,2	9440
VT/MT	915	2285	3200	6,8	5,9	10425	3,7	Ej mätt
MT/VT	1535	1000	2535	7,3	5,9	11085	3,2	Ej mätt
VT	2040	120	2160	6,5	4,5	11200	3,8	Ej mätt
VT	2800	400	3200*	3,4	3,7	13000	2,65	Ej mätt
Aritmetiskt medeltal	1763	981	2744	5,9	5,5	12527	3,4	13716
Arealvägt medeltal	1549	1174	2723	5,5	5,5	11751	3,4	12914

* På ytor som är mycket täta och uppkommit genom naturlig förnyelse eller sådd rekommenderas röjning vid 3-4 meters höjd till en täthet på 3000 stammar/ha.

Tabell 3. Samlingstabell över inventerade manuellt röjda ytor, tvåskiktade bestånd

Skogstyp	Kvarlämnade stammar/ha			Höjd		Röjda stammar		nytt sly, st/ha
	Barr	Löv	Tot	Barr	Löv	Stammar/ha	grovlek, cm	
MT	1105	1930	3035	2,3	4,2	17250	2,8	Ej mätt
MT	2120	2000	4120	1,7	4,6	26000	3	Ej mätt

Tabell 4. Samlingstabell över inventerade maskinellt röjda ytor.

Skogstyp	Kvarlämnade stammar/ha			Höjd		Röjda stammar		nytt sly st/ha
	Barr	Löv	Tot	Barr	Löv	st/ha	grovlek, cm	
MT	910	1770	2680	7	7	15860	3,9	21290
VT/MT	1370	1060	2430	5	6	8145	3,9	6860
MT	1560	930	2490	5,8	3,2	14300	2,6	11160
VT	1770	600	2370	5,6	5	18420	3,2	27000
MT	635	1635	2270	5	6	16165	3,9	Ej mätt
MT	1800	960	2760	5,1	4,4	15900	3,1	Ej mätt
MT	1480	920	2400	4,7	6,1	14200	4,5	Ej mätt
MT	1070	1335	2405	3,8	5,1	14250	2,9	Ej mätt
MT	1765	35	1800	7,6	7	7165	3,4	Ej mätt
MT	695	1465	2160	7,3	6,8	15500	3,6	Ej mätt
Aritmetiskt medeltal	1306	1071	2377	5,7	5,7	13991	3,5	16578
Arealvägt medeltal	1259	1142	2401	5,7	5,6	13893	3,5	15774

9.1.1 Tätheter efter röjning

När det gäller kvaliteten på utförda röjningar är det kanske mest väsentliga hur tät man har lämnat plantskogen efter röjningen. Tätheterna har jag analyserat utgående från hur mycket den verkliga röjningstätheten avviker från den rekommenderade tätheten efter röjning för varje bestånd. I detta fall valde jag bort två av de manuellt röjda ytorna, eftersom de var tvåskiktiga bestånd. De är således svåra att direkt jämföra med de maskinellt röjda ytorna. Orsaken till att dessa bestånd blivit skötta som tvåskiktiga är att de finns på frostkänsliga områden, och en skärm av björk skyddar barrplantorna från frostsador. Detta leder till att tätheten efter röjning är högre på dessa bestånd.

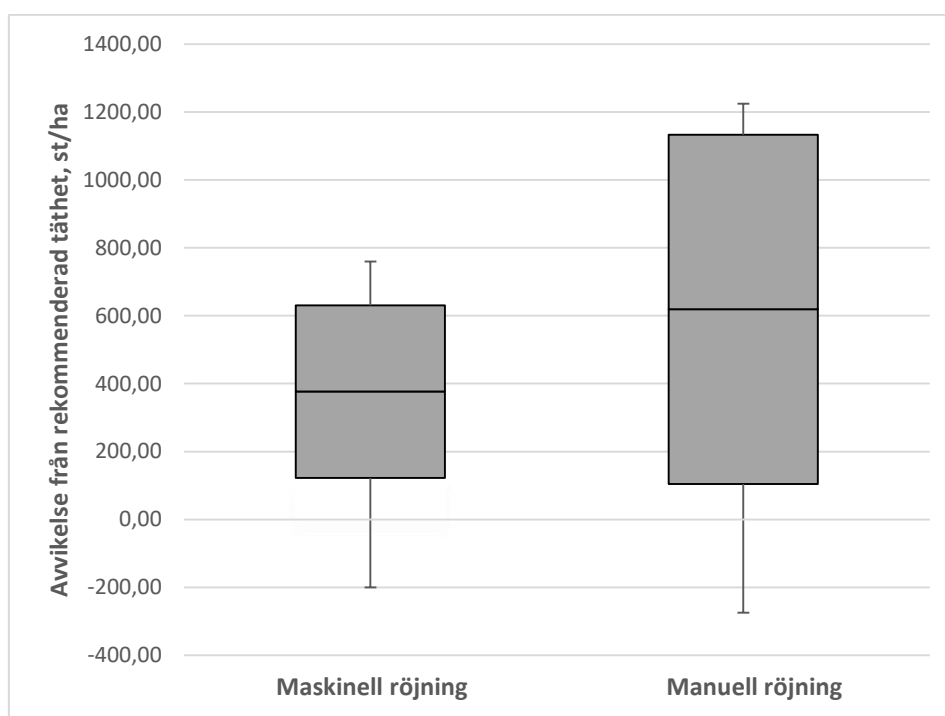


Diagram 9. Diagrammet visar avvikelserna från den rekommenderade röjningstätheten på 2000 st/ha för de båda metoderna. Den svarta linjen inom de gråa boxarna visar medeltalet för alla inventerade planttytor och de gråa boxarna visar en standardavvikelse över och under medeltalet. M.a.o. ligger 68 % av alla ytor inom de gråa boxarna. De lodräta svarta linjerna visar de största enskilda avvikelserna från medeltalet.

Som man kan se från diagram 9 ovan ligger största delen av ytorna ovanför den rekommenderade tätheten. Av alla inventerade ytor var endast två under rekommenderade tätheten. De manuellt röjda ytorna hade en större avvikelse från medeltalet. En del av dessa ytor låg över 1000 stammar per hektar över den rekommenderade tätheten. När jag har räknat ut avvikelserna från den rekommenderade tätheten har jag inte beaktat skogstypen, medan det i själva verket går att hålla bördiga bestånd något tätare än karga bestånd.

Även de maskinellt röjda ytorna uppvisade högre täthet än rekommenderat efter röjning, men här var avvikelserna mindre. Den mindre gråa boxen i diagram 8 visar att dessa ytor hade en mindre spridning. Alla maskinellt röjda ytor är utförda av samma entreprenör, medan de manuellt röjda ytorna är utförda av flera olika skogsarbetare. Orsaken till att jag endast granskat en maskinentreprenör är att inga andra arbetade nära mitt inventeringsområde.

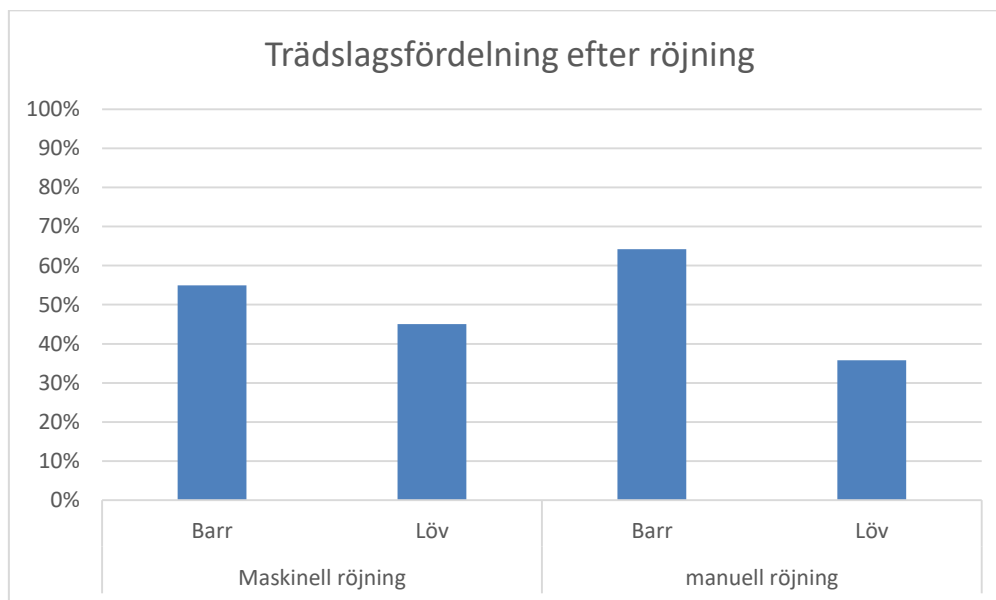


Diagram 10. Jämförelse av trädslagsfördelning efter röjning mellan de båda metoderna räknat som medeltal av de inventerade ytorna.

Diagram 10 visar att andelen lövträd har varit mycket stor på de inventerade ytorna. Här bör tilläggas att man på samtliga ytor har odlat antingen gran eller tall. Den klart största delen av lövträden är björk. Enligt rekommendationerna borde lövandelen inte överstiga 10 % på talldominerade friska momarker, och 20 % på grandominerade marker. I många fall har detta varit omöjligt eftersom mängden barrträd inte räckt till och man har därför varit tvungen att spara en större andel björk än rekommenderat för att plantskogen inte ska bli för gles. På en del områden har björken helt konkurrerat ut barrträden och blivit huvudträdslag (se bild 7). Detta beror till största delen på att röjningarna är för sent utförda, eller att slyröjningen har försumrats, och visar tydligt hur viktigt det är att röjningarna utförs i tid. Särskilt glasbjörken, men även vårtbjörken har en sämre virkeskvalitet och sämre virkespris än gran och tall.



Bild 7. Exempelbild på när björken har tagit över ett område. Tätheten efter röjning på denna yta är för hög, eftersom man sparat över 4000 stammar per ha. (Rekommenderad täthet är 2000 st/ha) Ytan är manuellt röjd våren 2015. (Matias Storm, 2016)

Vi bör även komma ihåg att på de flesta ytor hade en för försiktig röjning utförts och genom att röja till den rekommenderade tätheten hade man kunnat minska på lövandelen. Det var främst de björkdominerade områdena som var för täta. Detta syntes främst på de manuellt röjda ytorna men även på de maskinellt röjda ytorna var tätheten ofta för hög på de björkdominerade områdena.



Bild 8. Motsvarande yta som på bild 7, men denna yta är maskinellt röjd vintern 2015. Även här är stamantalet något högt, 2400 st/ha, men ändå betydligt närmare det rekommenderade 2000 st/ha. På båda ytorna är skogstypen frisk mo. (Matias Storm, 2016)

9.1.2 Skador på kvarlämnade stammar

För att kvaliteten på utförda röjningar ska vara bra är det även viktigt att skadorna hålls på en tillräckligt låg nivå. Skador på stammarna kan leda till att rotrötan får fäste även i plantbestånd. Som det beskrevs i kapitel 6.1, visar ny forskning att även klenare röjningsstubbar kan infekteras av rotröta. Rotrötan leder till att kvaliteten på virket försämras kraftigt.

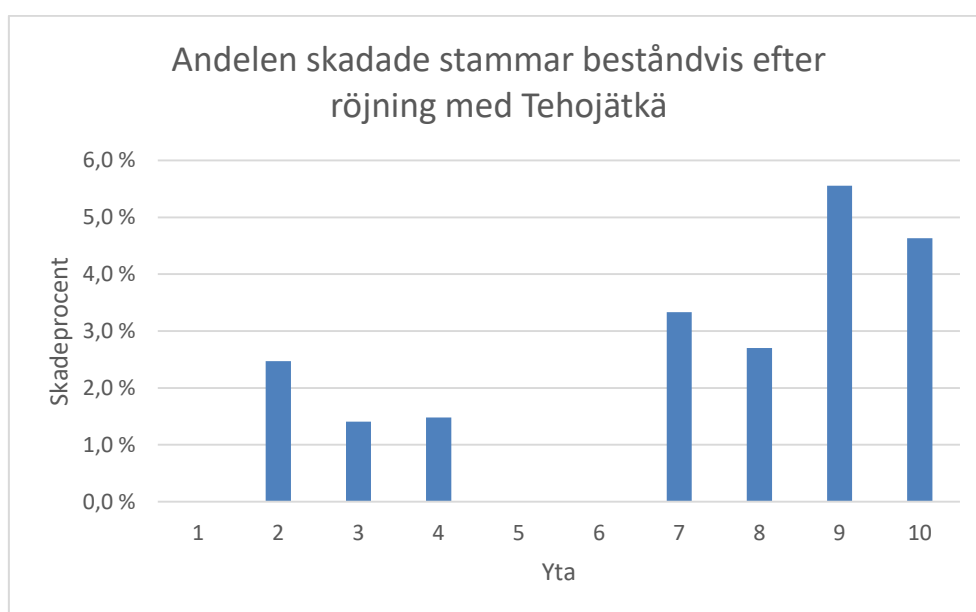


Diagram 11. Procentuella andelen skadade stammar beståndvis för de maskinellt röjda ytorna.

Efter maskinröjning var enligt mina fältinventeringar i medeltal 2 % av stammarna skadade av maskinen. Som mest var antalet skadade stammar 100 per hektar. Procentuellt skadades som mest 5,6 % av stammarna. På tre av de maskinellt röjda ytorna hittade jag inga stamskador. Detta betyder inte att det inte fanns stamskador på dessa ytor utan att jag inte hittade några skador inom de mätta provytorna. Inventeringen visar att antalet skador inte är för högt. Med beaktande av att tätheten på de flesta ytorna var större än rekommendationerna efter röjning finns det en tillräcklig mängd utvecklingsdugliga stammar kvar. Den exakta orsaken till stamskadorna var svår att bedöma i terrängen. De flesta skador orsakade av maskinen såg ut som på bild 9. Den troligaste orsaken till denna skada är att aggregatet har

träffat stammen. Andra orsaker till skador kan vara t.ex. att hjulen eller själva maskinen träffar stammen. Den allvarligaste skadan jag hittade var den som visas på bild 10.



Bild 9. Stamskada orsakad av Tehojätäkän. Den exakta orsaken till skadan är svår att säga. Den troligaste orsaken är att aggregatet har träffat stammen.. (Matias Storm, 2016)



Bild 10. Exempel på en allvarligare skada orsakad av tehojätäkän. Troligtvis är orsaken att maskinföraren i misstag sågat in en bit av stammen och stammen har sedan fallit. (Matias Storm, 2016)

Några skador som var direkt orsakade av röjsågen hittade jag inte. Dessa skador kan dock vara relativt svåra att hitta, eftersom det oftast bara är ett litet hack som går rakt in i stammen. Dessa skador kan ändå allvarligt störa stammens utveckling. Resultaten visar ändå att skador på stammarna var flera efter att en maskin röjt beståndet. Vi bör komma ihåg att alla maskinellt röjda ytor är röjda med samma maskin, Usewood Tehojätkä, som är en liten röjningsmaskin. Med en större maskin, som t.ex. Mense torde skaderisken vara större, och ifall jag skulle ha granskat röjningar utförda med denna maskin hade skadeprocenten antagligen varit större.

9.1.3 Markskador

När man röjer med en maskin finns det även en risk för markskador. Den här risken undviks när man röjer manuellt med röjsåg. Efter att ha gått en hel del i bestånd som röjts med Tehojätkän har jag kunnat konstatera att det inte uppkommer skador på marken med denna maskin. Man kan bedöma att det är fråga om en maskin som röjt beståndet genom att man har röjt körstråk där maskinen lättare tar sig fram, men några spår i marken är mycket svåra att upptäcka, även på bestånd som nyligen röjts.



Bild 11. Man kan se på bilden att en maskin har tagit sig genom beståndet genom att det finns ett körstråk. Det är dock mycket svårt att se några spår i marken. Detta bestånd röjdes maskinellt hösten 2014. (Matias Storm, 2016)

9.1.4 Nytt sly

I tidiga röjningar är mängden nytt sly som uppkommer efter röjningen avgörande för kommande skötselbehov i beståndet. I senare röjningar är beståndet redan så högt att det nya slyet inte hinner ikapp huvudstammarna. Hur mycket nytt sly som uppkommer har ändå betydelse för förröjningen före första gallring. Röjningen blir dyrare ju mera slystammar som måste röjas och desto grövre dessa är. Man kunde teoretiskt anta att det uppkommer mindre sly efter röjning med Tehojätkän än med röjsåg. Detta kan förklaras med att Tehojätkäns aggregat inte direkt kapar stammarna utan snarare ”river” av stammarna. Detta leder till att stubbarna torkar ut mera och kan kanske leda till att det inte uppkommer lika mycket stubbskott.

Som motsats till antagandet att det uppkommer mindre sly efter maskinell röjning hade det på de ytor jag inventerade uppkommit något mera sly på de maskinellt röjda ytorna. Det bör dock tilläggas att mängden nytt sly som uppkommer efter en röjning beror på väldigt många faktorer som t.ex. skogstyp, fuktighet och röjningstidpunkt. Fördelningen mellan frisk mo och torr mo var ungefär samma för de båda metoderna. Dessutom var antalet ytor i detta fall litet. Det var endast på fyra ytor per röjningsmetod som jag mätte mängden nytt sly. När vi gör ett så kallat två sampels t-test för att se hur tillförlitligt detta resultat är får vi p-värdet 0,54. Detta betyder att vi med denna sampelstorlek inte kan säga om medeltalen egentligen skiljer sig från varandra, eller om det bara är en slump att maskinella röjningarna fick ett högre medeltal. Ifall p-värdet skulle ha blivit under 0,05 skulle vi ha kunnat förkasta nollhypotesen att medeltalen egentligen inte skiljer sig från varandra.

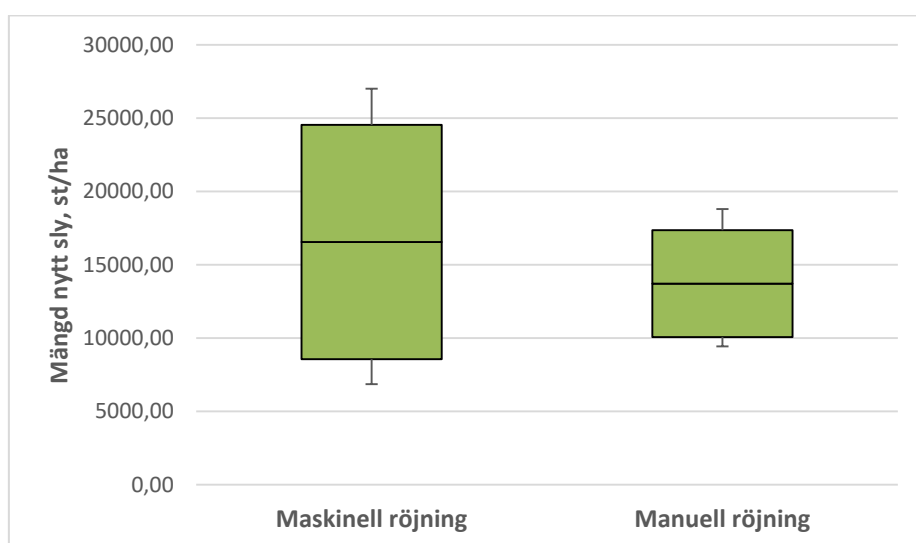


diagram 12. Jämförelse av uppkomsten av nytt sly mellan de båda metoderna. På samma vis som diagram 9 visar detta diagram medeltal, 68 % av alla ytor samt de största avvikelserna från medeltalet.

Som diagram 12 ovan visar hade det på en av de maskinellt röjda ytorna uppkommit 27000 nya slystammar per hektar, trots att skogstypen på denna yta var torr mo. Förklaringen till varför det hade uppkommit så mycket sly i detta bestånd får vi delvis när vi studerar kartan över området. En del av beståndet var försumpat och här var antalet nya slystammar betydligt högre än i övriga beståndet, så som bild 12 visar. Flera av ytorna där jag har mätt antalet nya slystammar och som är röjda maskinellt har delvis varit försumpade, och detta är troligen orsaken till varför medeltalet blev något högre för de maskinellt röjda ytorna. Även en del ytor röjda med röjsåg var delvis försumpade.



Bild 12. Figuren är maskinellt röjd hösten 2014 och det har redan uppkommit en stor mängd nya slyplantor genom stubbskott. En bidragande orsak till detta är att området är försumpat, vilket utgör en god start för det nya slyet. (Matias Storm, 2016)

9.1.5 Kostnader

En av de viktigaste faktorerna för att jämföra om maskinella röjningen är ett konkurrenskraftigt alternativ till manuell röjning är kostnaderna. Ifall kostnaderna för maskinell röjning är betydligt högre är det inte lönsamt att röja maskinellt. För att jämföra kostnaderna mellan metoderna har jag räknat ut antalet röjda stammar per hektar och grovleken på dessa figurvis till en grundyta för bortröjda stammar. På det här viset kan man samtidigt jämföra de två faktorer som mest påverkar röjningskostnaderna. Grundytan har räknats ut genom att först räkna ut arean för medelstubben på provytan och multiplicera med antalet stubbar inom provytan. Sedan räknas ett medeltal för alla provytor på figuren och medeltalet multipliceras med hektarkoefficienten 500 eller 1000 beroende på om man använt

radien 2,52 m eller 1,72 m. Den här metoden är inte helt exakt eftersom jag endast har mätt medeldiametern på de fem stubbarna närmast mittpunkten för varje provyta.

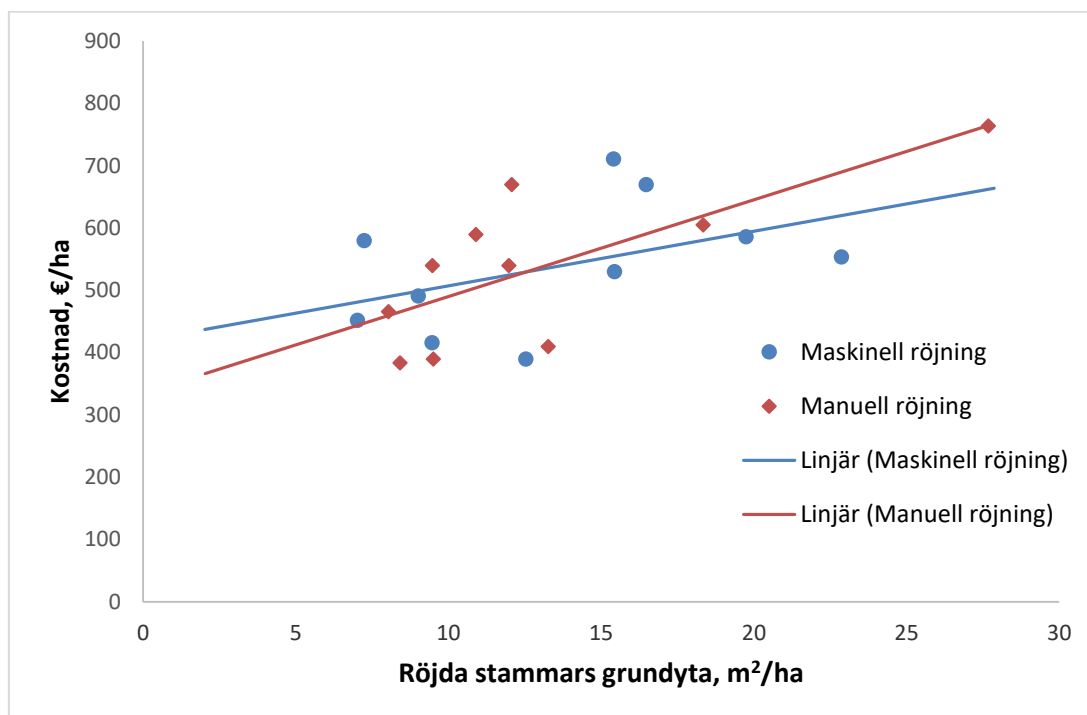


Diagram 13. Jämförelse mellan kostnaderna för de båda metoderna utgående från röjda stammarnas grundyta. Jfr med diagram 6.

Diagram 13 visar på samma vis som tidigare undersökningar att röjning med Tehojätkä är dyrare än röjsågröjning när stammarna som ska röjas är få och klena. När beståndet är tätt och stammarna grova är det däremot billigare att låta en maskin röja beståndet. Skärningspunkten för när maskinella röjningen blir billigare går vid ca 12 m²/ha. För att göra det klarare vad 12 m²/ha i praktiken betyder kan vi ta några exempel från mina inventeringar. Exempelvis fick jag grundytan 12 m²/ha när medeldiametern på stubbarna för hela figuren var 3,7 cm och antalet röjda stammar 10 425 per hektar. Grundytan 12,5 m²/ha fick jag vid en medeldiameter på 3,1 cm och 15 900 röjda stammar per hektar. Detta resultat visar att på rätt valda objekt är maskinell röjning med Tehojätkä kostnadsmässigt ett mycket konkurrenskraftigt alternativ till skogsarbetare med röjsåg.

9.2 Intervju med entreprenörer

Jag har intervjuat två entreprenörer inom maskinell röjning. Båda entreprenörerna röjer åt skogsvårdsföreningen Österbotten. Den ena har röjt maskinellt sedan 2012 och den andra sedan 2014. Båda använder samma maskin, d.v.s. Usewood Tehojätkä med aggregatet UW 40.

9.2.1 Entreprenör Toni Kärr

Kärr berättade att idén att börja med maskinell röjning dök upp när han såg maskinen på en mässas. Han började söka information om maskinella röjningen och kom fram till att det var hög medelålder på skogsarbetare och att den maskinella röjningen därför kunde ha en framtid. Han har alltid varit intresserad av skog och äger själv en hel del skog.

Maskinen som Kärr använder är den 12:e Tehojätkän. Idag (augusti 2016) har de tillverkat ca 60 maskiner som är sålda till Finland, Sverige och Tjeckien. Tehojätkäns motor är en Kubota. Han berättade även att aggregatet inte kapar stammarna utan snarare river av stammarna.

När jag frågade Kärr vilka fördelar och nackdelar hans ser med Tehojätkän gav han följande lista:

Fördelar:	Nackdelar:
Rätt så bra sikt i maskinen	Onödigt mycket ljud i hytten (dåligt isolerad)
Liten maskin, har bra rörlighet i plantskogar, inga spår i terrängen.	Terrängkänslig. Sämre lönsamhet i dålig terräng, steniga områden problematiska
Klarar av att ta relativt grova stammar	Maskinen är besvärlig att köra i lös snö, kompakt snö går bättre
Aggregatet kräver litet oljeflöde	Stor investering: Ca 60 000 €
Aggregatet går långsammare än nyare maskiner vilket leder till att stammarna rivs sönder. Detta leder till att stubbarna torkar ut mera, vilket i sin tur eventuellt kan leda till mindre slyuppkomst.	- Har haft en del problem med maskinen (bytt många hjulaxlar, problem med kranen, bytt hydraulpump). Kranen på de nya maskinerna är mera robusta.
Låg driftskostnad. Kör på brännolja. Bränsleåtgången är ca 2 l/h	Aggregatet skulle få vara mindre, vore då lättare att röra sig mellan stammarna

På frågan vilka fördelar och nackdelar han ser med maskinell rövning gentemot manuell rövning förde han fram följande åsikter:

Fördelar:	Nackdelar:
Maskinell rövning är en effektiv metod på rätt valda objekt.	Maskinen betydligt större investering än röjsåg.
Man arbetar effektivt längre tid. Man röjer inte så mycket snabbare med maskin men man orkar hålla på längre vilket gör att man i längden hinner röja mera. Med röjsåg blir man snabbare fysiskt trött, och effektiviteten avtar efter någon timme.	Maskinen har blivit använd i fel objekt. Det finns stor variation i lönsamhet beroende på objekt för maskinella rövningen.
	Mera stamskador vid maskinell rövning.
	Diken problematiska att röja med maskinen. Entreprenören berättade att han ofta röjer dikeslinjer med röjsåg.

Han berättade att mest lämpade bestånd för maskinell rövning är bördigare bestånd med stort behov av rövning. Bestånden bör vara täta med mycket att röja. Om det är för glest blir lönsamheten betydligt sämre. Alltför sena rövningar är dock inte optimala att röja maskinellt p.g.a. större slitage och mera skador. Snabbast går det att röja bestånd som är 2-3 meter höga, men dessa har lägre taxor. Om stammarna är för höga blir det fler stammar som faller mot maskinen, det är nämligen svårare att rikta vart stammarna ska falla med maskin än vid rövning med röjsåg. Effektiviteten är större om stammarna ryms under kranen. På de flesta objekt han röjer är höjden lägre än 4-5 meter.

Kärr berättade att arealen han röjer per dag med maskinen varierar mycket beroende på objektet. På mera krävande objekt röjer han ca 0,5 ha/dag. Totalt röjer han ca 100 ha/år.

Han berättade att största delen av skogsfackmännen är positivt inställda till maskinell rövning. Markägarna är tudelade. En del är positivt inställda medan andra är raka motsatsen. En del vill att plantskogen röjs maskinellt trots att objektet inte helt lämpar sig för maskinell rövning.

9.2.2 Entreprenör Niklas Herrgård

Herrgård berättade att han efter att ha hört att Toni Kärr hade investerat i en maskin började söka information om maskinell röjning. Han tog därefter kontakt med Kim Back på skogsvårdsföreningen, och eftersom det enligt Back fanns god tillgång till arbete köpte Herrgård sedan en ny maskin 2014.

Dessa fördelar och nackdelar ser Herrgård med maskinen:

Fördelar:	Nackdelar:
Maskinen är liten, smal och smidig	Mycket problem med maskinen
Vädret inverkar inte i någon större grad (om det är alltför varmt kan det vara problematiskt)	Dålig hydraulik (skulle få vara elstyrd hydraulik).
Maskinen är effektiv	Dyr (70 000 €)
Aggregatet river sönder stammarna vilket kan leda till mindre uppkomst av sly? Detta fungerar bäst på hösten.	Tornet är rakt framför hytten. Detta kan vara problem om man röjer rakt framför maskinen men det är inget problem om man röjer mer än 45 grader åt sidorna.
Bra sikt i maskinen	
Bra framkomlighet, bör dock inte vara alltför stenigt.	
Diken är inte problematiska att röja med maskinen.	

Han berättade att han ser dessa fördelar och nackdelar med maskinell röjning gentemot manuell röjning:

Fördelar:	Nackdelar:
Det går bra att röja maskinellt vintertid, maskinen går bra i snön och man får värme i hytten. Även sommartid går bra då man får kyla i hytten.	Förröjningar är besvärliga att röja maskinellt
Det är fysiskt tyngre att röja manuellt vilket gör att man orkar jobba längre dagar med maskin (8-10 h). Detta leder i sin tur till att man på lång sikt röjer mera med maskin.	Dyr investering
	Solen bländar i hytten

Han berättade att optimala objekt att röja maskinellt är 8-15 åriga bestånd med höjden 2,5-4,5 meter. Bestånden bör vara täta. Tallbestånd är optimala men björkbestånd går också bra att röja maskinellt. Granbestånd är besvärligare p.g.a. sämre sikt

På frågan hur mycket han röjer i genomsnitt per dag svarade han 0,3-1,2 ha/dag beroende på bestånd, terräng o.s.v. Detta baseras på 8-10 timmars arbetsdagar med pauser inräknade.

Entreprenören berättade även att skogsägare sällan känner till metoden. De är dock oftast positiva till resultatet. Han har ännu inte fått negativ feedback av skogsägare

Den maximala diametern som går att kapa med maskinen är 6-7 cm om man kapar från ett håll. Det går att kapa grövre än detta om man kapar från flera håll, men detta gör att tidsåtgången ökar kraftigt och lönsamheten försämras, och Herrgård berättade att bestånd med en medeldiameter grövre än 6-7 cm bör därför inte röjas maskinellt. Enskilda överståndare som är 10-12 cm går att kapa från två håll.

9.2.3 Analys av intervjuer

På de flesta frågor var de båda entreprenörerna relativt överens. Båda hade haft en hel del problem med maskinen, men de tyckte båda att det var en smidig och effektiv maskin i rätt valda objekt. Båda sade också att man inte röjer så mycket mera per timme med maskinen, men att man inte blir fysiskt lika trött och därför kan arbeta längre dagar, och på lång sikt röjer mera. Mest skiljde sig deras svar på hur maskinen fungerar på diken. Kärr tyckte att dikade områden var problematiska och att han ofta röjde dikeslinjer med röjsåg, medan Herrgård sade att han inte haft problem med att röja diken.

Båda ansåg att p.g.a. att aggregatet river av stammarna istället för att kapa dem torkar stubbarna ut. Därför borde det eventuellt uppkomma mindre sly genom stubbskott efter röjning med Tehojätkä än efter röjning med röjsåg.

10 Diskussion

Jag hade inte problem att hitta ytor att inventera till detta arbete, eftersom det har röjts en hel del maskinellt i Malax och Korsholm. Dock var alla maskinellt röjda ytor utförda av samma entreprenör, vilket gör inventeringens tillförlitlighet något sämre eftersom entreprenörens erfarenhet och yrkesskicklighet påverkar resultatet. Det hade varit bättre att kunna granska flera maskinentreprenörers arbete, men det fanns inga andra entreprenörer i närheten av mitt inventeringsområde. Samtliga manuellt röjda ytor har blivit utförda av skogsvårdsföreningens erfarna skogsarbetare.

Man kunde ha fått ett mera exakt inventeringsresultat genom att ta provytor på flera linjer. Provytorerna hade då blivit mera utspridda över ytan. Detta hade dock ökat tidsåtgången för inventeringarna väsentligt. Det viktigaste är ändå att man inte subjektivt väljer var provytorerna placeras utan att det är slumpen som avgör provytorernas placering. I de fall när jag har märkt att resultatet inte har verkat representativt efter att ha mätt alla provytor på linjen har jag tagit ytterligare några provytor. Figurerna är subjektivt valda för att få representativa bestånd. Vid val av figurer har vi försökt hitta bestånd som liknar varandra för att de ska lättare gå att jämföra med varandra. Det finns även en risk med detta eftersom man kan påverka resultatet. Om det hade funnits fler ytor röjda med maskinen kunde det ha varit bättre att välja ytor att inventera slumpmässigt.

När det gäller själva mätningarna finns det även saker jag kunde ha gjort annorlunda. När jag granskade röjningskostnaderna mätte jag endast de fem stubbarna närmast provytans

mittpunkt. För att få mera exakt resultat borde man mäta fler stubbar. När jag har mätt höjden har jag använt samma fyra meters måttkäpp som jag använt till att mäta övriga uppgifter. Det här ger ett bra resultat när beståndet är upp till 6 meter högt, efter det blir det svårare att få exakt höjd på det här viset. Det var även svårt att exakt mäta det nya slyet.

Resultaten från mina fältinventeringar visar att på rätt valda objekt är maskinell röjning med Usewood Tehojätkä ett konkurrenskraftigt alternativ till röjning med röjsåg. På de ytor som jag inventerade låg tätheten efter röjning närmare rekommendationerna på de maskinellt röjda ytorna än de manuellt röjda ytorna. Det är ett vanligt förekommande problem att plantskogar som röjs manuellt har för hög täthet efter röjning. När man röjer för försiktigt blir det problematiskt eftersom man ofta måste göra en för tidig första gallring istället för en normal första gallring som skulle ge mera massaved och större lönsamhet. Annars finns det en risk att kronorna blir för högt uppkörda. Det bör dock tilläggas att många av ytorna var mycket täta innan röjningen och det är inte bra att göra en alltför kraftig röjning, eftersom de klena stammarna är känsliga för t.ex. snöbrott. Med en maskin är det lättare att röja mera eftersom den behöver mera utrymme mellan stammarna för att ta sig fram. I bestånd som röjs för försiktigt blir diameterutvecklingen sämre än i bestånd som röjs enligt rekommendationerna.

De maskinellt röjda ytorna hade en större andel stamskadade stammar än de röjsågsröjda ytorna. Skadeprocenten efter Tehojätkän var 2 % enligt mina mätningar. Skador orsakade av röjsågen hittade jag inte. Det finns dock en risk att jag inte observerat skador så skadeprocenten är inte exakt. En undersökning som gjordes av Metsäteho visar att i medeltal skadas 11 % av stammarna efter röjning med Tehojätkä. Den här undersökningen gjordes 2010 och entreprenörerna hade då liten erfarenhet av maskinen. Man granskade två maskinförarens arbete och det fanns även stor variation på hur många skador som uppkom mellan de båda förarna. Maskinförarens erfarenhet, beståndets täthet och terrängen har stor inverkan på resultatet. Enligt Lukes forskare Veli-Matti Saarinen (Personlig kommunikation 4.4.2017) borde man på lämpliga bestånd kunna komma ner till en låg skadeprocent med Tehojätkän. Vid markskador gäller naturligtvis samma som för stamskadorna, desto större maskin desto större är risken för skador. Skaderisken beror även på röjningstidpunkten. Ifall man röjer på våren under menförestider är skaderisken större än om man röjer på frusen mark eller under en torr sommar

Kostnadmässigt är maskinell röjning konkurrenskraftigt på objekt med stort röjningsbehov. På objekt där stamantalet är lågt och stammarna är klena är skogsarbetare med röjsåg ännu i dagens läge billigare. Enligt mina undersökningar går skärningspunkten för när maskinella

röjningen blir billigare än manuell röjning vid en grundyta på ca 12 m²/ha. Om vi jämför detta med diagram 6 som är uppgjort av naturresursinstitutet LUKE går skärningspunkten vid ungefär 11 m²/ha. Detta betyder att våra resultat stämmer bra överens. Mina observerade punkter var något mer utspridda. Orsaken till att maskinella röjningen blir billigare vid en hög grundyta är att arbetet på dessa ytor går betydligt snabbare med maskin än med röjsåg. Som beskrevs i kapitel 5 är kostnaderna direkt beroende på tidsåtgången för röjningen. På ytor med lägre grundyta är skillnaden i tidsåtgång mellan de båda metoderna lägre, och eftersom maskinen kostar mera per timme är maskinell röjning dyrare i dessa bestånd. Enligt Metsätehos undersökning är den relativa kostnaden för maskinell röjning med Tehojätkä dyrare än manuell röjning vid en medelstubb diameter på 2 cm och ungefär lika stor vid en diameter på 3 cm. Kostnaderna för MENSE röjningsaggregatet är ganska mycket dyrare än Tehojätkän.

Till maskinella röjningens fördelar hör att man kan arbeta längre dagar utan att man blir fysiskt lika trött som vid röjning med röjsåg och att man på lämpliga objekt röjer snabbare med maskin. När man röjer med röjsåg minskar arbetets effektivitet kraftigt efter några timmar. Det går även bra att röja maskinellt vintertid, bara det inte är alltför tjock snö. Man får värme i hytten vintertid och kyla sommartid.

En av Tehojätkäns kanske största nackdel är själva maskinen. Båda entreprenörerna berättade att de haft en hel del problem med maskinen och att hydrauliken är dålig. Lönsamheten försämras kraftigt ifall man måste reparera maskinen ofta. Dagens maskiner är dock något mer robust byggda. De berättade även att maskinen är smidig och har bra framkomlighet i plantskogar, om terrängen inte är för dålig. Maskinen är en betydligt större investering än en röjsåg. Priset för en ny Tehojätkä ligger runt 70 000 €, medan en ny röjsåg endast kostar runt 800 €.

Utvecklingen av den maskinella röjningen har gått mycket långsamt framåt. År 2011 satte man som mål att 20 % av röjningarna skulle utföras maskinellt år 2015. I själva verket är det ännu i dagens läge endast 1-2 % som röjs maskinellt. Trots detta finns det rätt bra teknik. På grund av Tehojätkäns låga vikt kan man transportera den med bilsläpvagn och således undvika dyra transporter. Tehojätkäns bränsleåtgång är mycket låg, endast ca 2 liter per timme och eftersom man använder brännolja är bränslekostnaderna mycket låga med denna maskin. Genom att kombinera maskinell röjning med rotrötebekämpning med pergamentsvamp och slybekämpning med purpursvamp kunde man öka lönsamheten ytterligare. Orsakerna till att utvecklingen går så långsamt kan vara flera. Maskinen är mera terrängkänslig, medan en skogsarbetare kan röja alla typer av bestånd. En stor del av

Österbottens skogar är mycket steniga vilket är problematiskt för Tehojätkän och även övriga röjningsmaskiner. En röjningsmaskin är även en mycket stor investering i jämförelse med en röjsåg, och många kan därför tycka att det är för stort steg att investera i en maskin.

Eftersom Skogsvårdsföreningens skogsarbetare ofta röjer för försiktigt borde skogsvårdsinstruktörerna diskutera detta med skogsarbetarna. Det är lätt hänt att man vid manuell röjning lämnar plantskogen för tät. Detta sker speciellt på bestånd som är övertäta före röjningen. På grund av detta borde skogsarbetarna utföra systematiska kontrollmätningar på sina egna röjningar för att säkerställa att plantskogarna röjs till rekommenderade tätheter. Man kunde även göra fältbesök till rätt röjda ytor för att kalibrera ögonmåttet. Det är dock viktigt att komma ihåg att eftersom många ytor var mycket täta innan röjning är det inte alltid möjligt att röja till rekommenderad täthet. Det är inte bra att ändra på beståndet alltför kraftigt. De klena stammarna som är ett resultat av att skogen växer för tätt är känsliga för många skador som t.ex. snöbrott.

Eftersom lövandelen var så hög efter röjning trots att man odlat barr, och att barrträden på många ställen var mycket undertryckta tyder detta på att det är ett problem att röjningar blir för sent utförda och att slyröjningar försummas. Tidigare fick man för röjningar endast Kemera stöd för vård av ungskog, d.v.s. egentliga röjningar. Beståndet behövde då ha en medelhöjd på över 3 meter för att man skulle kunna få stöd. Detta resulterade i att många väntade med röjningarna tills man blev berättigad till stöd. Röjningarna blev då betydligt dyrare att utföra medan stödsumman är konstant oberoende av hur beståndet ser ut. I och med att den nya kemeralagen kom i kraft i juni 2016 får man nu även stöd för tidig vård av ungskog. Detta kan medföra att en större del av slyröjningarna blir utförda, och att vi i framtiden har mera välmående skogar som producerar mera kvalitetsvirke.

11 Källförteckning

Ferm, A., Kauppi, A., Rinne, P., Tela, H.-L., Saarisalmi, A & Sevola, Y. 1985. *Energiapuun tuottaminen luonnonvesakoissa*. Helsingfors: Metsäntutkimuslaitos

Finlands skogscentral, 2016. *Österbottens skogsprogram 2016-2020*. [Online] <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/smk-regional-skogsprogram-osterbotten.pdf> [Hämtat 17.3.2017].

Hämäläinen, J., Strandstöm, M., Saarinen, V., Hynynen, J., Saksa, T. & Hyyti, H., 2013. *Koneellisen taimikonhoidon kustannustehokkuuden parantaminen. (Metsätehon raportti 228)*. Vanda: Metsäteho

Koskinen, H. 2013. *Varhaisperkauksen työlajin ja ajankohdan vaikutus taimikonhoidon työajanmenekkeihin ja uudelleen vesomiseen*. Östra Finlands universitet. Pro gradu arbete.

Kukkonen, M., Uotila, K., Miina, J. & Saksa, T., (u.å). [Online] *Koneellisen taimikonhoidon toimihenkilöopas*. http://www.metla.fi/metinfo/metsanhoitopalvelut/pdf/Koneellinen_TH_opas.pdf [Hämtat 29.11.2016]

Metla, 2014. *Metsätilastollinen vuosikirja 2014*. [Online] http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2014/vsk14_03.pdf. [Hämtat 3.11.2016]

Metsäteho, 2001. *Hakkuukonetyömaan ennakkoarvaus*. Helsingfors: Metsäteho

PEFC Finland, 2014. *Kriterier för PEFC skogscertifiering*. [Online] http://pefc.fi/wpcontent/uploads/2016/09/PEFC_FI_1002_2014_Kriterier_foer_sko_gscertifiering.pdf [Hämtat 3.11.2016]

Petterson, N. Fahlvik, N. & Karlsson, A. eds., 2012. *Röjning (Skogsskötselserien, nr 6)*. Skogsstyrelsen.

Rantala, J. & Kautto, K., 2011. *Koneellinen kitkentä taimikon varhaisperkauksessa – työajanmenekki, kustannukset ja työjäljen laatu*. Suonenjoki: Metsäntutkimuslaitos.

Risutec, (u.å). *Katkaisevat laitteet*. [Online]. <http://www.risutec.fi/tuotteet/katkaisevat> [Hämtat 14.12.2016]

Saksa, T., Miina, J. & Uotila, K., 2016. *Taimikonhoito – tavoitteet, menetelmät ja kustannukset*. Suomenjoki: Metsäkustannus.

Skogforsk, 2016a. *Kostnader och prestationer i röjning*. [Online] <http://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/roja/roja-sjalv-eller-kopatjansten/kostnader-och-prestationer-i-rojning/> [Hämtat 30.11.2016]

Skogforsk, 2016b. *Skador i röjningsskogen*. [Online] <http://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/roja/skador-i-rojningsskogen/> (Hämtat 1.12.2016 [Hämtat 1.12.2016])

Skogforsk, 2016c. *Rotröta och andra svampskador i röjningsskogen*. [Online] <http://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/roja/skador-i-rojningsskogen/rotrota-och-andra-svampskador/> [Hämtat 1.12.2016]

Skogforsk, 2016d. *Insektskador*. [Online] <http://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/roja/skador-i-rojningsskogen/insektskador/> [Hämtat 1.12.2016]

Skogforsk, 2016e. *Viltskador i röjningsskogen*, [Online] <http://www.skogskunskap.se/skota-barrskog/roja/skador-i-rojningsskogen/viltskador/> [Hämtat 5.12.2016]

Strandström, M., Saarinen, V., Hallongren, H., Hämäläinen, J., Poikela, A. & Rantala, J., 2011. *Koneellisen istutuksen ja taimikonhoidon kilpailukyky. (Metsätehon raportti 218)*. Helsingfors: Metsäteho.

Usewood 2017. *Forest Master*. [Online] <http://usewood.fi/index.php/fi/pienmetsakoneet/forest-master> [Hämtat 4.4.2017]

Witzell, J., barklund, P., bergquist, J., Berglund, M., Bernhold, A., Blennow, K., Hanson, L., Hansson, P., Lindelöw, Å., Långström, B., Nordlander, G., Petersson, M., Rönnberg, J., Stenlid, J., Valinger, E., Wallerts, K., Witzell, j. & Åhman, I., 2009. *Skador på skog (skogsskötselserien nr 12)*. Skogsstyrelsen.

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, J. & Väisänen, P., 2014. *Skogsvård: Råd I god skogsvård*. Borgå: Metsäkustannus.

Bilaga 1. Granskningsblankett som användes vid terränginventeringar



GRANSKNINGSBLANKETT FÖR RÖJNINGAR

Skogsägare:	Manuell/maskinell
Lägenhet:	Röjningstidpunkt
By:	Röjare
Figurer:	Utvecklingsklass
Areal:	Plantskogens kvalitet
Skogstyp:	Röjningskostnad
Granskningsdat:	Trädslagsfördelning
Granskare:	

Figur	Provyta	Kvarlämnade stammar			Röjda stammar			Nytt sly	Medelhöjd		Skadade stammar	Skadeorsak/ typ av skada
		Tall	Gran	Löv	Barr	Löv	Grovlek		Barr	Löv		
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
	6											
	7											
	8											
	9											
	10											
Totalt												
St/ha												

Tilläggsuppgifter